PGS. TS. NGUYỄN XUÂN VINH

THIẾT KẾ VÀ KHAI THÁC ĐƯỜNG Ô TÔ - ĐƯỜNG THÀNH PHỐ

THEO QUAN ĐIỂM AN TOÀN GIAO THÔNG

(Tái bản)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG
HÀ NỘI - 2010

LỜI NÓI ĐẦU

Có lẽ, tên cuốn sách và phần mở đầu của nó cũng đã giới thiệu với bạn đọc mục đích biên soạn tài liệu này.

Nội dung của cuốn sách gồm 10 chương: Chương mở đầu trình bày quan điểm thiết kế an toàn cho đường ôtô, đường thành phố thông qua những số liệu về hiểm hoạ do tai nạn giao thông (TNGT) đường bộ gây ra.

Từ chương 1 đến chương 7: Trình bày cách ứng xử của lái xe từ sự thiết lập chế độ xe chạy cho chính mình bằng những cảm nhận về các điều kiện của đường sá; Khảo sát các nguyên nhân và phân tích các tình huống xảy ra các TNGT; xem xét ảnh hưởng của các điều kiện đường sá, điều kiện thiên nhiên đến an toàn giao thông (ATGT) đường bộ cùng các biện pháp bảo đảm an toàn cho các phương tiện giao thông trên đường.

Đặc biệt, nội dung chương 9 giới thiệu với bạn đọc phương pháp thiết kế mới hay thiết kế nâng cấp cải tạo đường ôtô và đường thành phố hiện hữu theo quan điểm an toàn giao thông với nhiều ví dụ cụ thể.

*Biên soạn cuốn "**Thiết kế và khai thác đường ôtô, đường thành phố theo quan điểm an toàn giao thông**" tác giả mong muốn được giới thiệu những kết quả nghiên cứu của nhiều nước trên thế giới cũng như một số kết quả nghiên cứu trong nước về ATGT và hy vọng sẽ là tài liệu tham khảo hữu ích cho các kỹ sư thiết kế cầu đường; cho các nhà quản lý, khai thác hệ thống mạng lưới đường trên cả nước cùng các cơ quan hữu quan khác. Đồng thời đây cũng là tài liệu tham khảo cập nhật cần thiết cho các sinh viên ngành cầu đường bổ sung thêm kiến thức các môn học "Thiết kế và khai thác đường ôtô, đường thành phố".*

Tác giả xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của NXB Xây Dựng và rất mong tiếp thu được những ý kiến nhận xét của các chuyên gia, của bạn đọc xa gần. Mọi góp ý xin gửi về: Ban Biên tập sách Khoa học kỹ thuật, Nhà xuất bản Xây dựng - 37 Lê Đại Hành Hà Nội. Điện thoại 049741954

Tác giả

Chương mở đầu

TAI NẠN GIAO THÔNG VÀ QUAN ĐIỂM THIẾT KẾ AN TOÀN CHO ĐƯỜNG ÔTÔ, ĐƯỜNG THÀNH PHỐ

I - Ngày nay, cùng với những lợi tích to lớn do ứng dụng những thành tựu khoa học - kỹ thuật mới, hiện đại trong ngành giao thông vận tải mang lại, loài người cũng đang đứng trước những hiểm hoạ ngày càng nhiều do tai nạn giao thông (TNGT) xảy ra thường xuyên từng ngày, từng giờ trên khắp các nẻo đường ở tất cả các nước trên thế giới, trong đó có nước Việt Nam chúng ta.

Theo số liệu nghiên cứu của ngân hàng thế giới thì hàng năm trên toàn cầu có khoảng hơn một triệu người chết, 25 ÷ 35 triệu người bị thương tật do TNGT.

TNGT đã làm cho hàng ngày có 3000 người, trong đó có 500 trẻ em trên thế giới chết. Tính ra cứ 30 giây lại có một người tử vong, 3 phút lại có một trẻ em chết vì TNGT. Tại các nước đang phát triển mặc dầu chỉ chiếm 1/3 số km hành trình so với toàn thế giới nhưng số TNGT chiếm tới 80% khiến tổn thất vật chất do TNGT gây ra chiếm 1,5% tổng thu nhập quốc dân GDP. Tại các khu vực đô thị đông dân cư TNGT làm chết hơn 600.000 người và khoảng gần 20 triệu người bị thương.

Riêng tại khu vực Châu Á - Thái Bình Dương trong năm 2005 đã có gần 440.000 người chết vì TNGT. Số tai nạn trong khu vực này cao gấp hai lần so với thế giới. Người ta dự báo với đà phát triển GTVT như hiện nay thì đến năm 2010 số vụ TNGT ở khu vực này sẽ tăng đến 660.000 người chết (chiếm 2/3 số người chết do TNGT trên toàn thế giới), và đến năm 2020 số người chết do TNGT có thể vượt quá số người chết do nhiễm HIV và lao phổi.

Ở Việt Nam, trong nhiều năm qua Ủy ban An toàn Giao thông Quốc gia do Nhà nước ta lập ra đã luôn luôn bám sát chỉ đạo các cơ quan hữu quan từ Trung ương đến địa phương để theo dõi, phân tích, tìm hiểu nguyên nhân và thường xuyên đưa ra các biện pháp để nâng cao an toàn giao thông như: nâng cấp, cải tạo và xây dựng mới nhiều tuyến quốc lộ, tỉnh lộ; xử lý các điểm đen - nơi thường xuyên xảy ra tai nạn; hạn chế tốc độ; tăng cường các biện pháp tổ chức giao thông như sơn vạch, biển báo, hoàn thiện hệ thống đèn tín hiệu, bố trí các gờ giảm tốc độ tại các vị trí cần thiết giảm tốc (từ đường phụ ra đường chính, gần các nút giao thông); mở đường vòng qua các thành phố, đô thị

lớn; quy định bắt buộc đội mũ bảo hiểm khi đi xe máy trên các quốc lộ, tỉnh lộ; giáo dục và có chế tài xử phạt đối với lái xe không chấp hành luật giao thông; đưa giáo dục luật giao thông đường bộ vào trong các trường học; tổ chức các cuộc hội thảo tầm cỡ quốc gia, quốc tế. Mặc dù những giải pháp trên đã mang lại nhiều hiệu quả nhưng TNGT đường bộ, đường thuỷ, đường sắt ở nước ta trong những năm gần đây tuy có thuyên giảm về mặt số lượng song mức độ nghiêm trọng của các tai nạn lại tăng, nhất là các tai nạn giao thông đường bộ xảy ra trong một hai năm gần đây trên các quốc lộ, tỉnh lộ, trong các đô thị, thành phố lớn. Có thể đưa ra đây một ví dụ: riêng bệnh viện Chợ Rẫy của Thành phố Hồ Chí Minh hàng năm đã phải cấp cứu hơn 30.000 ca chấn thương sọ não do TNGT.

TNGT đã dẫn đến những thiệt hại to lớn về người và của cải vật chất của xã hội. Theo tài liệu công bố của Ngân hàng Phát triển châu Á thì hàng năm TNGT ở nước ta đã làm tổn thất 885 triệu đôla (USD), chưa kể phải huy động nguồn nhân lực, thiết bị rất lớn của ngành y tế để phục vụ cho việc cứu chữa, phục hồi chức năng cho các bệnh nhân. Nếu đem so sánh thì số tiền tổn thất này còn cao hơn tổng giá trị tiền thuốc điều trị cho 84 triệu người dân Việt Nam trong năm 2005 và đã chiếm hơn 5,5% tổng thu ngân sách của cả nước năm 2005! Còn nếu xét tổn thất về người thì mỗi năm nước ta có tới 12 - 13 ngàn người tử vong do TNGT. Bình quân mỗi ngày có trên 30 người chết và hàng trăm người bị thương. Số lượng người chết do TNGT chiếm 50% tổng số người tử vong do các nguyên nhân khác (*Nguồn tin từ các báo "Tuổi trẻ", "Giao thông vận tải","Tạp chí cầu đường" ...*).

Trong các báo cáo tại hội thảo Quốc gia ASIAN - ADB về an toàn đường bộ năm 2004 đã chỉ ra số TNGT đường bộ hàng năm chiếm 96% tổng số tai nạn do đường bộ, đường thuỷ, đường sắt gây ra. Thống kê về TNGT đường bộ từ năm 1993 đến năm 2002 ở nước ta số TNGT hàng năm vẫn tăng so với năm trước, chỉ đến năm 2003 đến nay với những nỗ lực không ngừng của các cơ quan hữu quan nhà nước phối hợp với tuyên truyền, vận động toàn dân thì số TNGT có giảm nhưng lại không hề giảm về mức độ nghiêm trọng, tổn thất xảy ra cho từng vụ. Những năm qua số người chết do TNGT đường bộ của nước ta tăng đến 66% (trong khi đó ở các nước trong khối ASEAN tỷ lệ này chỉ khoảng 22%). Các TNGT xảy ra trên các đường quốc lộ chiếm 46,88%, trên tỉnh lộ 13,85% và trong các đô thị của cả nước là 29,77%.

Các số liệu nêu trong bảng 0.1 dưới đây là tổng hợp TNGT mới nhất xảy ra vào cả năm 2005 và quý I năm 2006 trên 22 tuyến quốc lộ thuộc phía Nam do khu quản lý đường bộ 7 (thuộc Cục đường bộ Việt Nam) quản lý cung cấp cho thấy: trong năm 2005 bình quân hàng tháng xảy ra 184 vụ TNGT làm 86 người chết và 228 người bị thương. Trong quý I năm 2006 so với năm 2005 trị số bình quân số vụ TNGT có giảm (88 vụ/tháng) nhưng số người chết và bị thương vẫn chưa giảm xuống đáng kể (85 người chết và 219 người bị thương).

Bảng 0.1

Tháng	Tổng số tai nạn xảy ra trong tháng	Thiệt hại		
		Chết người	Bị thương	Giá trị ước tính, đồng
1	164	64	221	102.650.000
2	224	116	279	156.350.000
3	149	82	164	7.250.000
4	204	87	269	24.250.000
5	222	100	250	56.900.000
6	232	114	283	178.900.000
7	135	71	144	64.300.000
8	187	90	251	309.800.000
9	176	88	218	81.900.000
10	168	64	205	45.100.000
11	205	81	268	30.300.000
12	153	76	185	51.450.000
Năm 2005	2219 vụ	1033 người	2737 người	1.109.150.000
Quý 1 năm 2006	264 vụ	286 người	657 người	404.000.000

Theo thống kê mới nhất, tính đến hết tháng 9/2006 TNGT trên cả nước đã làm 9353 người chết và 8286 người bị thương! So với cùng kỳ vào năm 2005 thì số vụ tai nạn tăng 0,3% và số người chết do tai nạn tăng 8,3%.

Gần đây nhất, ngày 21 tháng 12 năm 2006 *Uỷ ban An toàn giao thông quốc gia* đã tổ chức hội nghị tổng kết về ATGT năm 2006 cho thấy một vấn đề nóng bỏng được Phó Thủ tướng Nguyễn Sinh Hùng phác hoạ là: "Tình hình TNGT là rất nghiêm trọng, năm sau tăng cao hơn năm trước, tăng cao hơn tốc độ tăng trưởng kinh tế. Mức độ tai nạn ngày càng thảm khốc từ đâm đò đến đụng xe khách. Bình quân cứ mỗi tháng cả nước có hơn 1000 người chết, bằng số người chết trong 10 cơn bão; Như vậy, một năm số người chết cho TNGT bằng số người chết trong 120 cơn bão, bằng hậu quả của năm, ba cuộc chiến tranh kéo dài vài năm trên thế giới ngày nay. Nên nói rằng đây là thảm hoạ quốc gia thì không phải quá lời" (*Trích bài báo "Tai nạn giao thông đe doạ sự phát triển bền vững" đăng trên báo Tuổi trẻ ngày 22/12/2006*).

Bảng thống kê 11 trang về số người chết vì TNGT hàng năm cả nước ta (2002 - 2006) trong 5 năm gần đây cho chúng ta thấy rõ điều đó (bảng 0.2).

Bảng 0.2

Năm	Số người chết do TNGT (người/năm)
2002	12 000
2003	10 727
2004	11 727
2005	10 400
2006	11 400

Như vậy, so với năm 2005 số người chết do TNGT năm 2006 tăng 1000 người và theo số liệu thống kê kết thúc năm 2006, tỷ lệ số người chết do TNGT tăng trên 12% so với năm 2005.

Để tiếp tục đẩy lùi TNGT, kiềm chế và giảm thiểu phạm vi ảnh hưởng và mức độ nghiêm trọng của các TNGT đường bộ vừa qua nước ta đã ký hiệp định tín dụng với Ngân hàng Thế giới để hỗ trợ thực hiện Dự án ATGT đường bộ với số tiền lên tới 31,73 triệu USD, nhằm tạo cơ sở vật chất và kỹ thuật cho một hệ thống quản lý ATGT có đủ khả năng thực hiện một cách hiệu quả các chiến lược, chủ trương, chính sách và các biện pháp về ATGT cho giai đoạn trước mắt và các giai đoạn tiếp theo.

Nội dung cơ bản của Dự án ATGT này có 4 vấn đề quan trọng:

- Cải thiện sự điều phối và quản lý toàn diện ATGT đường bộ;

- Xây dựng khung kiểm tra và đánh giá TNGT đường bộ;

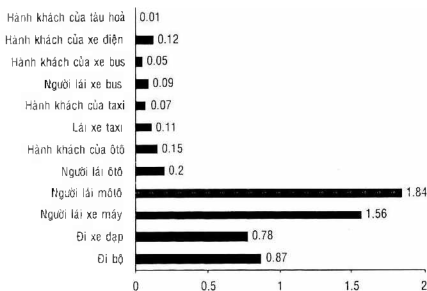
- Xây dựng cơ sở dữ liệu và phân tích TNGT đường bộ;

- Kiểm tra và thẩm định ATGT đối với công tác kỹ thuật đường bộ và các tuyến hành lang.

2 - Khi nghiên cứu, xem xét mức độ tai nạn cũng như đối tượng tham gia gây tai nạn trên thế giới và ở trong nước thấy rằng mức độ tai nạn đường bộ phụ thuộc vào loại phương tiện sử dụng.

Người ta đã rút ra kết luận rằng, đối với các nước sử dụng phương tiện giao thông cá nhân bằng xe máy và xe đạp càng nhiều thì mức độ TNGT càng tăng.

Trên hình 0.1 biểu thị mức độ tai nạn xảy ra trên các đường giao thông ở Na Uy (số bị thương/1 triệu người km) cho thấy tất cả các phương tiện giao thông cá nhân có tai nạn bị thương tăng gấp nhiều lần so với các phương tiện giao thông công cộng. Mức độ tai nạn đặc biệt cao đối với người đi bộ, đi xe đạp và xe gắn máy.



Hình 0.1

Nếu ta lấy mức độ nguy hiểm của lái ôtô bằng 1,0 làm chuẩn thì mức độ nguy hiểm của các loại phương tiện giao thông khác được so sánh với mức độ nguy hiểm chuẩn theo số liệu ở các nước (Na Uy: 1996; Thuỵ Điển: 1994) được quy đổi như sau:

Bảng 0.3

Phương pháp di chuyển	Độ nguy hiểm tương đối bị thương ở các nước khác nhau Độ nguy hiểm của lái xe = 1,0					
	Na Uy	Đan Mạch	Thuỵ Điển	Hà Lan	Đức	Anh
Đi bộ	4,35	6,65	4,13	6,07	3,50	7,15
Xe đạp	3,90	7,76	5,73	5,67	9,50	14.02
Môtô và xe máy	8,30	29,94	17,87	197,60	31,25	20,26
Lái xe ôtô	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Hành khách đi ôtô	0,75	1,94	0,87	1,13	1,50	1,25
Xe buýt	0,25	0,12	0,13	0,20	0,13	0,59
Xe điện	0,60		0,87	0,02	0,25	
Tàu hoả	0,05	0,04	0,13	0,02	0,05	0,22

Theo số liệu đưa ra của Viện Bảo vệ sức khoẻ quốc gia Na Uy từ năm 1991-1994 cho thấy tai nạn chấn thương đối với người đi bộ, đi xe đạp, đi ôtô, xe máy là rất cao so với các phương tiện khác (xem bảng 0.4)

Bảng 0.4

Nhóm tham gia giao thông	Tai nạn giao thông với sự tham gia của phương tiện giao thông			Tổng số tai nạn trên các đường ôtô công cộng		
	Chết	Bị thương được ghi nhận	Số bị thương thực tế	Tổng số tai nạn bị thương	Bị thương khác	Người-[illegible]
Người đi bộ	3,75	0,87	1,78	15,53	0,03	2,6
Người đi xe đạp	1,73	0,78	1,42	9,61	0,22	2,7
Người đi môtô và xe máy	4,89	1,66	4,61	4,61	0,37	[illegible]
Người lái xe ôtô	0,52	0,20	0,35	0,35	0,13	43,1
Hành khách đi ôtô	0,39	0,15	0,37	0,37	0,13	5,4
Người lái xe taxi	0,22	0,11	0,19	0,19	0,16	,8
Hành khách của taxi	0,10	0,07	0,17	0,17	0,16	,1
Người lái xe buýt	0,20	0,09	0,32	0,32	0,07	,7
Hành khách của xe buýt	0,10	0,05	0,21	0,21	0,07	7,7
Hành khách của tàu hoả	0,10	0,01	0,01	0,01	0,01	4,5
Tổng cộng						100,0

Tại thủ đô London (Anh) hiện mỗi ngày có 450.000 người lưu thông trên đường phố bằng xe đạp, khiến cho TNGT tăng lên 10% trong năm 2005.

Ở Việt Nam, số liệu thu thập của Uỷ ban An toàn giao thông quốc gia tháng 1 năm 2003 cho thấy số TNGT do lái xe ôtô chiếm 22,32% trong khi đó do xe máy chiếm tới 69,32%. Nghĩa là số tai nạn do xe máy cao gấp hơn 3 lần so với tai nạn gây ra do ôtô và số tai nạn do xe máy gây ra chiếm tới hai phần ba tổng số TNGT đường bộ! Điều này cũng thật dễ hiểu khi biết rằng cả nước ta hiện nay có không dưới 12 triệu xe máy các loại mà trong số những người điều khiển xe máy có rất nhiều người không hiểu hết hoặc không chấp hành nghiêm chỉnh luật lệ giao thông.

3 - Phân tích nguyên nhân xảy ra 1097 vụ TNGT đường bộ ở nước ta vào năm 2003 Uỷ ban an toàn giao thông quốc gia đã rút ra tỷ lệ phần trăm các nguyên nhân như sau:

- Người sử dụng phương tiện : 80,22%
- Người đi bộ: 4,38%
- Xe thiếu thiết bị an toàn: 0,82%
- Tầm nhìn hạn chế: 17,32%
- Các nguyên nhân khác: 6,65%
- Không rõ nguyên nhân: 13,04%

Thực ra, chúng ta có thể phân loại các nguyên nhân gây ra TNGT đường bộ bao gồm:

1- Do người tham gia giao thông gồm: các lái xe (ôtô, môtô, xe máy, xe đạp) và người đi bộ. Và điều chúng ta quan tâm nhất đến các đối tượng này là người điều khiển các phương tiện giao thông cơ giới.

2- Do các điều kiện về đường sá bao gồm các yếu tố bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, tầm nhìn (dừng xe, vượt xe) tình trạng mặt đường...

3- Do tình trạng kỹ thuật của xe cộ như: các thiết bị kém an toàn, hệ thống hãm phanh làm việc không tốt, hư hỏng đột xuất, lốp xe quá mòn không bảo đảm độ bám giữa bánh xe với mặt đường, xe chở quá tải, quá niên hạn vẫn sử dụng...

4- Do ảnh hưởng của điều kiện thiên nhiên, thời tiết khí hậu...(mưa, gió, sương mù, nhiệt độ...)

Những nguyên nhân trên, nhất là nguyên nhân do điều kiện về đường sá ít nhiều đều có liên quan đến chất lượng thiết kế và xây dựng cũng như công tác quản lý trong quá trình khai thác đường.

Như thế, rõ ràng hiện nay để nâng cao an toàn giao thông không chỉ là trách nhiệm của những cơ quan quản lý, khai thác đường, và cũng không chỉ giải quyết các hậu quả do TNGT gây ra vì những nguyên nhân trên mà chủ yếu là phải có những giải pháp ngăn ngừa những rủi ro gây ra từ TNGT cũng như hạn chế tối đa những tổn thất về người và của cải vật chất của xã hội nếu chẳng may xảy ra tai nạn. Do đó, nhiệm vụ bảo đảm an toàn giao thông đường bộ còn liên quan đến nhiều ngành khác như: ngành sản xuất ra các phương tiện xe cộ, ngành bảo vệ môi trường, kiến trúc, mỹ thuật công trình, kỹ thuật điều khiển giao thông...

Riêng đối với các cơ quan tư vấn thiết kế và quản lý khai thác đường hiện nay ngoài việc áp dụng đúng đắn các tiêu chuẩn kỹ thuật để thiết kế các đề án xây dựng tuyến mới hay nâng cấp cải tạo các tuyến đường hiện có thì cần thiết phải nghiên cứu, phân tích và xem xét kỹ lưỡng các TNGT xảy ra trên các quốc lộ, tỉnh lộ liên quan đến các điều kiện đường để rút ra những kinh nghiệm, những nguyên tắc thiết kế trên quan điểm nâng cao an toàn xe chạy.

Thiết kế và khai thác đường ôtô, đường thành phố trên quan điểm an toàn giao thông về mọi phương diện (an toàn cho lái xe, an toàn cho các phương tiện giao thông, an toàn trong bất kỳ điều kiện thời tiết khí hậu nào và đặc biệt là an toàn do các điều kiện đường sá được tạo nên bởi các đề án thiết kế có chất lượng tốt nhất) đã được rất nhiều nước trên thế giới nghiên cứu và đề ra các tiêu chuẩn an toàn để đánh giá chất lượng của đồ án thiết kế các tuyến mới cũng như các tuyến cũ đang khai thác. Nội dung chi tiết của những nghiên cứu này sẽ được chúng tôi trình bày trong các chương tiếp theo.

Chương 1

THIẾT LẬP CHẾ ĐỘ XE CHẠY TỪ KHẢ NĂNG CẢM THỤ CỦA NGƯỜI LÁI XE VỀ ĐIỀU KIỆN ĐƯỜNG VÀ ĐIỀU KIỆN THIÊN NHIÊN

1.1. MỐI QUAN HỆ TƯƠNG HỖ GIỮA "LÁI XE - ÔTÔ - ĐƯỜNG - MÔI TRƯỜNG" TRONG THIẾT KẾ VÀ KHAI THÁC ĐƯỜNG

Một tuyến đường được coi là thiết kế tốt thì sau khi xây dựng xong và đưa đường vào khai thác phải đạt được các mục đích cơ bản dưới đây:

- Thực hiện tốt chức năng của đường là vận chuyển hàng hoá và hành khách một cách an toàn, nhanh chóng và thuận lợi, thoả mãn được năng lực thông hành với tốc độ khai thác cho phép.

- Tiết kiệm được chi phí vận tải và các chi phí khai thác về đường (các phí tổn cho công tác duy tu bảo dưỡng thường xuyên, sửa chữa vừa và sửa chữa lớn).

- Bảo đảm được tính thẩm mỹ của con đường. Nghĩa là con đường được xây dựng phải là một công trình kiến trúc, hài hoà với cảnh quan xung quanh, góp phần tô điểm thêm cảnh đẹp thiên nhiên; không phá vỡ môi trường thiên nhiên.

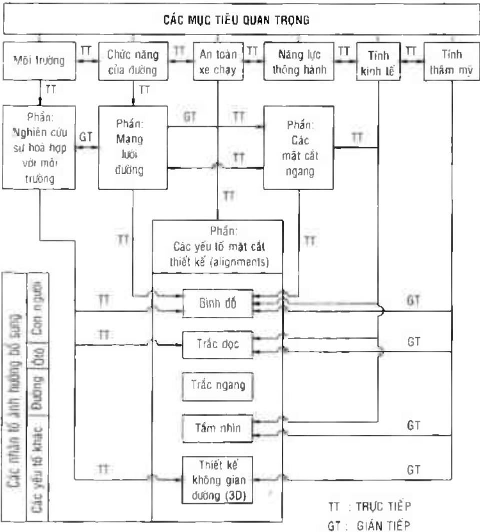
Các mục tiêu quan trọng trên có đạt được một cách đầy đủ, mỹ mãn hay không là hoàn toàn phụ thuộc vào các yếu tố thiết kế hình học mà chúng ta lựa chọn. Điều này đòi hỏi người kỹ sư thiết kế cần có những kỹ năng và kinh nghiệm cần thiết nhất định.

Mối quan hệ hữu cơ giữa các mục tiêu quan trọng liên quan đến sáu vấn đề cần giải quyết trong thiết kế và khai thác đường là: chức năng hoạt động, tính thẩm mỹ, tính kinh tế, năng lực thông hành, an toàn xe chạy, và vấn đề môi trường của tuyến đường.

Quan hệ giữa các mục tiêu quan trọng trong thiết kế các yếu tố hình học với các phần thiết kế tương ứng của một tuyến được thể hiện trên biểu đồ hình 1.1 cho ta thấy giữa các mục tiêu có sự tác dụng tương hỗ và những mối liên hệ trực tiếp hoặc gián tiếp giữa các phần thực hiện thiết kế khác nhau để hình thành một tuyến đường.

Hoạt động của con người cùng các phương tiện đi lại (lái xe và ôtô) là những nhân tố ảnh hưởng trực tiếp đến các mục tiêu quan trọng để xây dựng một con đường. Mặt khác

quá trình thiết kế, xây dựng và khai thác tuyến đường đòi hỏi phải nghiên cứu tác động của môi trường xung quanh đến đường và ngược lại. Cần phải dự đoán những hậu quả tốt hay xấu có thể xảy ra đối với môi trường trong quá trình xây dựng và khai thác đường để có những giải pháp thích hợp nhằm bảo vệ và cải thiện môi trường xung quanh.

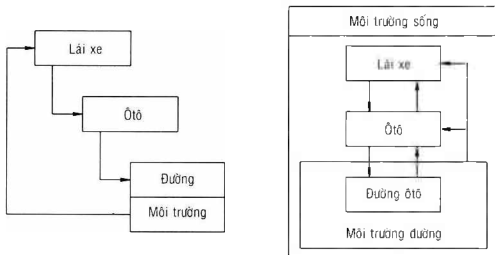


Hình 1.1

Mối quan hệ tương hỗ giữa các yếu tố "Người lái xe - ôtô - đường - môi trường" được nghiên cứu và đưa ra những sơ đồ khác nhau, từ sơ đồ đơn giản đến sơ đồ chi tiết.

Trên hình 1.2 trình bày hai sơ đồ đơn giản cho các mối quan hệ trên. Để thấy rõ những mối quan hệ cụ thể trong sơ đồ cơ cấu của hệ thống khai thác vận tải trên đường ôtô, chúng ta sẽ phân tích kỹ hơn ảnh hưởng của các nhân tố trong từng mối quan hệ tay đôi (song phương) của hệ thống. Nhưng trước tiên cần đưa ra những khái niệm sau:

Các điều kiện xe chạy: đó là tình trạng hiện hữu trên đường vào thời điểm các phương tiện giao thông đang hoạt động bao gồm các điều kiện về đường, dòng xe và trạng thái của môi trường xung quanh, các điều kiện về khí hậu - thời tiết.



Hình 1.2: *Các sơ đồ đơn giản biểu thị mối quan hệ tương hỗ "lái xe - ôtô- đường - môi trường"*

Các điều kiện về đường: là tổng hợp các thông số thiết kế hình học cùng chất lượng khai thác vận tải của đường.

Các điều kiện về đường có quan hệ và ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ xe chạy trên đường ở thời điểm và vị trí đã được xác định.

Các thông số về điều kiện đường sá bao gồm hai loại. Đó là các nhân tố *không thay đổi* và các nhân tố *biến đổi*.

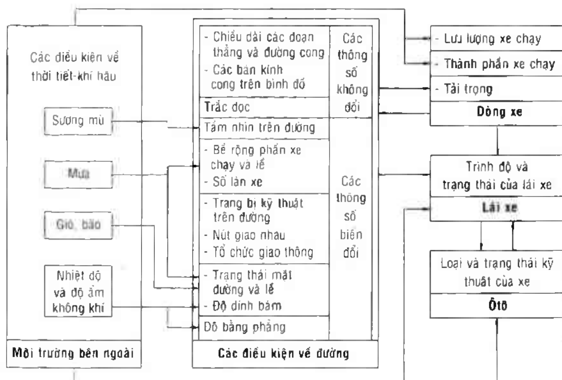
Các yếu tố hình học của tuyến đường được thiết kế và xây dựng như: chiều dài các đoạn thẳng và đường cong, bán kính cong trên bình đồ, độ dốc dọc các đoạn lên dốc, xuống dốc, bán kính các đường cong đứng lồi, lõm trên trắc dọc: các trắc ngang nền đào, nền đắp. Đó là các *nhân tố không thay đổi* bởi trong quá trình khai thác các yếu tố này không biến đổi, hoặc nếu có thay đổi, biến dạng thì sự biến đổi này cũng rất nhỏ và không đáng kể.

Con đường được khai thác quanh năm nên nó chịu ảnh hưởng trực tiếp của các điều kiện về thời tiết - khí hậu. Ảnh hưởng của các điều kiện thiên nhiên, thời tiết còn thay đổi theo từng địa phương mà tuyến đường đi qua. Các *nhân tố biến đổi* của đường bao gồm trạng thái của mặt đường và lề đường, bề rộng phần xe chạy; sự thay đổi của lưu lượng xe chạy và thành phần các dòng xe; loại hình các nút giao thông và phương pháp tổ chức giao thông.

Sự biến đổi của thời tiết khí hậu của môi trường xung quanh như mưa, gió, bão, sương mù ... Sự thay đổi của nhiệt độ, độ ẩm không khí ảnh hưởng đến sự thay đổi trực tiếp đến tầm nhìn xe chạy, cường độ và độ bám của mặt đường và lề đường gia cố hoặc không gia cố.

Dòng xe: bao gồm các loại phương tiện giao thông trên đường. Chúng khác nhau bởi tải trọng, tốc độ, tỷ lệ tham gia của mỗi loại phương tiện có trong dòng. Các đặc trưng của dòng xe cũng như những nhân tố biến đổi của điều kiện đường đều có thể chịu tác động của con người và phụ thuộc vào con người trực tiếp khai thác và làm thay đổi chúng.

Mối quan hệ tổ hợp hệ thống "Lái xe - ôtô - đường - môi trường" được trình bày chi tiết trên sơ đồ hình 1.3.



Hình 1.3: Sơ đồ quan hệ chi tiết giữa "lái xe - ôtô - đường - môi trường"

Trong các mối quan hệ tổ hợp trên thì quan hệ giữa "Người lái xe - ôtô" là quan hệ cơ bản. Một yêu cầu quan trọng đối với người lái xe là: điều khiển xe chạy một cách an toàn, hợp lý và thực hiện hành trình có hiệu quả. Muốn đạt được yêu cầu trên thì đòi hỏi người lái xe phải có trình độ kỹ thuật, kinh nghiệm nghề nghiệp, sức khoẻ và phải hiểu tính năng kỹ thuật của loại xe sử dụng.

Nghiên cứu mối quan hệ giữa người lái xe và ôtô trong quá trình khai thác đường giúp ta giải quyết được các yêu cầu trên đồng thời góp phần quan trọng để nghiên cứu về lý thuyết dòng xe áp dụng cho việc thiết kế đường.

Môi trường xung quanh bao gồm các yếu tố tác động của thời tiết - khí hậu và địa hình, địa mạo thiên nhiên làm thay đổi mức độ cảm xúc của lái xe. Mức độ cảm nhận các thông tin của môi trường bên ngoài phụ thuộc vào cường độ cảm xúc của người lái xe. Từ những nhận biết này giúp lái xe phân tích và xử lý đúng hay sai các tình huống xảy ra.

Môi trường bên ngoài có tác động mạnh mẽ đến tâm sinh lý của lái xe trong quá trình điều khiển xe trên đường. Nếu như môi trường bên ngoài có nhiều yếu tố thuận lợi như thời tiết mát mẻ, cảnh quan đẹp để người lái xe cảm thấy thoải mái thì hành động của lái xe sẽ chính xác hợp lý và xe chạy an toàn. Ngược lại vào mùa hè nóng bức, nhiệt độ không khí cao, lại phải đi qua các vùng đồi cát, ít cây cối làm thần kinh của người lái xe căng thẳng, phản ứng chậm và thiếu chính xác. Nhất là phải đi qua khu vực có quá nhiều biển báo chỉ dẫn làm lượng thông tin quá nhiều, bão hoà, khiến cho người lái xe căng thẳng thần kinh dẫn đến điều khiển xe thiếu chính xác và mất an toàn khi phải xử lý các tình huống cần thiết xảy ra trên đường.

Nghiên cứu mối quan hệ "người lái xe - môi trường" chính xác là nhằm mục đích phục vụ cho việc nghiên cứu thiết kế cảnh quan - không gian đường ôtô cũng như đưa ra các giải pháp tổ chức giao thông khoa học, hợp lý, phù hợp với khả năng "cảm thụ thị giác" và khả năng "nhận biết thông tin" của con người trong quá trình di chuyển trên đường với một không gian luôn biến đổi và biến dạng.

Con đường được xây dựng nhằm phục vụ cho mục đích vận tải nên các yếu tố hình học của đường thiết kế (bình đồ, trắc dọc, trắc ngang) cũng như khả năng chịu lực và tuổi thọ của nó (cường độ nền mặt đường, độ ổn định về cường độ và biến dạng) phải phù hợp và đáp ứng được mọi yêu cầu về tính năng kỹ thuật của các loại xe chạy trên đường (ví dụ như: kích thước, tải trọng xe, tốc độ tối đa cho phép, bán kính quay tối thiểu, khả năng leo dốc, tiêu hao nhiên liệu ...). Do vậy, nghiên cứu mối quan hệ giữa "ôtô và đường" nhằm đưa ra các tiêu chuẩn kỹ thuật để thiết kế tuyến như các kích thước hình học cho các yếu tố bình đồ, trắc dọc, trắc ngang ... Các thông số phù hợp với đặc trưng động lực của xe chạy và cấp đường (tốc độ thiết kế, độ dốc tối đa ...)

Tuổi thọ và độ bền vững của các công trình trên đường chịu ảnh hưởng từ những tác động của môi trường bên ngoài. Các yếu tố về địa hình, địa chất thuỷ văn (hiện tượng nước ngầm) cũng như sự biến động của chế độ thuỷ nhiệt với những tác dụng của nhiệt độ, độ ẩm của môi trường khiến cho nền mặt đường có thể biến dạng, mặt đường mất độ

bằng phẳng, cường độ chịu lực giảm. Mưa to, gió lớn trong mùa mưa bão để làm cho mái taluy của nền đường (nhất là đường đi qua vùng núi) dễ bị xói lở, mất ổn định phát sinh những vùng trượt sâu phá hỏng nền đường.

Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới của nước ta thì các nhân tố như mưa, bão, nhiệt độ cao, nóng ẩm của thời tiết là những tác nhân rất xấu đối với hệ thống đường sá Việt Nam. Bởi vậy, nghiên cứu mối quan hệ giữa "môi trường và đường" là mối quan tâm đặc biệt của chúng ta để tìm ra những giải pháp kỹ thuật có hiệu quả trong việc xử lý xây dựng mặt đường và các công trình đường trên nền đất yếu ở vùng Châu thổ Bắc bộ và đồng bằng sông Cửu Long, cũng như xử lý bảo đảm ổn định mái taluy của các tuyến đường được xây dựng trên các địa hình vùng núi (thuộc khu vực Đông Bắc, Tây Bắc ở phía bắc, vùng cao nguyên Tây Nguyên ...), xử lý chống thấm và chống xói lở taluy các tuyến đường xây dựng ở các vùng có lũ lụt, nước đọng thường xuyên (ví dụ miền Tây Nam Bộ ...).

Tóm lại, nghiên cứu mối quan hệ qua lại của hệ thống tổ hợp "Lái xe - ôtô - đường - môi trường" cũng như mối liên hệ hữu cơ tay đôi giữa hai đối tượng trong hệ thống sẽ giúp cho những người làm công tác thiết kế, xây dựng cũng như khai thác đường có những ứng xử đúng đắn bằng các giải pháp kỹ thuật hợp lý, tạo điều kiện khai thác đường một cách có hiệu quả và nâng cao độ bền vững, độ tin cậy cũng như tuổi thọ của công trình đường.

Mối quan hệ tổng hợp "Lái xe - ôtô - đường - môi trường" nêu trên cần được giải quyết tốt trên cơ sở của các đồ án thiết kế xây dựng tuyến mới hay thiết kế cải tạo nâng cấp để khai thác các tuyến đường hiện hữu.

Mặt khác, chất lượng của một đồ án thiết kế không chỉ được đánh giá qua các chỉ tiêu kỹ thuật áp dụng theo đúng quy trình, quy phạm mà còn phải được xem xét toàn diện thông qua chất lượng khai thác chúng.

Nghiên cứu các nhân tố ảnh hưởng đến chất lượng khai thác của đường ôtô, đường thành phố hiện hữu, trên cơ sở tổng hợp những số liệu thu thập được từ các công trình nghiên cứu ở nhiều nước trên nhiều tuyến đường hai làn xe cùng cấp hay khác cấp, tốc độ xe chạy khác nhau để tìm ra được các giới hạn, các tiêu chuẩn khai thác nhằm bảo đảm an toàn cho xe chạy. Nhờ đó đưa ra các giải pháp thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang cùng các tiêu chuẩn kỹ thuật của đường theo quan điểm an toàn giao thông là hướng đi đúng đắn và rất hiệu quả để ngăn ngừa tai nạn giao thông có thể xảy ra. Đồng thời, cũng nhờ các tiêu chuẩn an toàn này chúng ta có thể đánh giá được chất lượng tốt, xấu của một đồ án thiết kế cũng như chất lượng cải tạo nâng cấp tuyến đường cũ hay đánh giá chất lượng khai thác của một tuyến đường hiện tại.

1.2. CHẾ ĐỘ XE CHẠY TỪ CẢM NHẬN CỦA LÁI XE VỀ CÁC ĐIỀU KIỆN ĐƯỜNG VÀ ĐIỀU KIỆN THIÊN NHIÊN

Các điều kiện về đường chính là tổ hợp các thông số thiết kế hình học cùng các trạng thái thể hiện chất lượng khai thác vận tải của đường.

Các điều kiện về thiên nhiên đó là các nhân tố thay đổi về khí hậu, thời tiết như: mưa, nắng, gió bão, sương mù, nhiệt độ và độ ẩm không khí thay đổi (tăng hay giảm).

Để xét ảnh hưởng của các điều kiện đường đến cảm nhận của người lái xe thông qua chế độ xe chạy do lái xe thực hiện ta có thể tách biệt các điều kiện đường thành hai loại:

Loại có liên quan trực tiếp đến xe chạy bao gồm: các yếu tố hình học của đường (bình đồ, trắc dọc, trắc ngang) cùng các trạng thái của đường như: độ bằng phẳng, độ bám của mặt đường với bánh xe; các thiết bị tổ chức giao thông: đèn tín hiệu, các loại biển báo, sơn vạch...; thành phần của các phương tiện giao thông trên đường (ôtô, môtô, xe máy, xe đạp, khách bộ hành...) và lưu lượng cũng như mật độ xe chạy.

Loại có liên quan gián tiếp đến xe chạy bao gồm: các công trình, nhà cửa xây dựng hai bên đường, các khóm cây, hàng cây trồng hai bên, dải đất dành cho đường và cảnh quan thiên nhiên xung quanh...

Tất cả các nhân tố trên dù ảnh hưởng trực tiếp hay gián tiếp thì chúng cũng là nguồn thông tin của người lái xe thu nhận được trong quá trình điều khiển xe chạy. Dựa vào các thông tin này lái xe sẽ quyết định các hoạt động của mình như cho xe chạy với tốc độ nhanh chậm, tăng tốc hay giảm tốc, hãm xe hay thay đổi tốc độ.

Số lượng thông tin mà người lái xe nhận biết được giới hạn bởi khoảng thời gian tối thiểu để các giác quan (thị giác, thính giác...) phân biệt được từng tác động riêng biệt. Thời gian giới hạn (còn gọi là ngưỡng của thời gian) đối với mỗi loại đối tượng kích thích phụ thuộc vào cường độ xúc cảm của lái xe. Các nghiên cứu cho thấy trị số giới hạn này bằng 1/16 s đối với thị giác; 1/20s đối với thính giác; và 1/5s đối với phản ứng cơ bắp khi bị va đập hoặc bị xóc.

Mật độ các thông tin do giác quan của lái xe thu nhận được trong 1s bằng:

$$q_{tt} = \frac{Mv}{L}; \tag{1.1}$$

Trong đó: M - số lượng thông tin (sự kiện) do giác quan của lái xe thu nhận được trong phạm vi vùng tập trung thị giác dài L mét khi xe chạy với tốc độ v (m/s).

Ở vùng quang đãng, lái xe có thể nhìn tập trung vào một khoảng cách L=600m, ngược lại trong các đường phố ở đô thị chiều dài L chỉ bằng 60m.

Những nghiên cứu cho thấy có tới 90 ÷ 95% lượng thông tin lái xe thu nhận được trong quá trình điều khiển xe chạy là bằng mắt nhìn (thị giác) và lái xe nhìn bao phủ tốt nhất khoảng 20% những đối tượng bao quanh, nhưng không phải thấy rõ cùng một lúc mà mắt anh ta còn phải lựa chọn các thông tin từ điểm này sang điểm khác. Khi quay đầu sang phải hay sang trái với góc 5° thì khả năng của lái xe phân biệt được các chi tiết giảm tới 40% và khả năng này giảm còn 10% khi quay đầu với góc quay lớn hơn (25°).

Theo lý thuyết về quang học thì trường nhìn của mắt người lái xe như sau: trường nhìn ngang khoảng 180°, trường nhìn đứng khoảng 130°. Trường nhìn trung tâm chỉ có góc nhìn khoảng 2°, ứng với góc nhìn tới điểm vàng của mắt. Vì vậy, mặc dầu có thể nhìn thấy trong phạm vi 50 ÷ 60° so với trục nhìn, nhưng muốn nhìn rõ sự vật lái xe phải quay đầu sang trái (hoặc sang phải) để hình ảnh sự vật rơi đúng vào hố trung tâm (ứng với góc nhìn 1°) nằng trong điểm vàng trên võng mạc của mắt.

Trong phần mô hình thông tin trình bày ở trên cho thấy đối với mỗi người lái xe sẽ tồn tại một mật độ thông tin tối ưu. Ở mật độ tối ưu này lái xe điều khiển xe chạy một cách chính xác, tự tin và phản ứng kịp thời với những thay đổi của điều kiện đường. Khi lượng thông tin vượt quá khả năng nhận biết của lái xe thì do bị "vượt tải" ở người lái xe sẽ phát sinh hiện tượng "từ chối" và đánh giá không đúng các tình huống phức tạp.

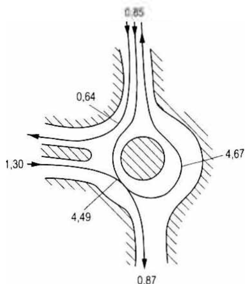
Bởi vậy, khi cho xe chạy trên đoạn đường không có nhiều tình huống phức tạp và lượng thông tin thu nạp vừa đủ, lái xe có thể hoàn toàn kiểm soát được chế độ chạy xe của mình và cho xe chạy với tốc độ cho phép có thể, vì thế khi xe đi vào các khu dân cư trên đường phố có nhiều người và xe cộ qua lại buộc người lái xe phải giảm tốc độ để tập trung chú ý nhằm thu nhận được lượng mật độ đối tượng vừa đủ.

Tình trạng của đường gắn liền với cường độ cảm xúc cũng như phản ứng tâm lý của người lái xe.

Khi đi trên các đoạn đường thẳng, dài lại có địa hình quang đãng lái xe nhận được một lượng thông tin nhỏ hơn số lượng thông tin cần thiết để duy trì các hoạt động tích cực. Tình trạng đơn điệu của cảnh quan và của đường, sự thiếu vắng các nhân tố để kích thích sự chú ý của lái xe, làm cho tư tưởng của lái xe bị phân tán, chủ quan. Tiếng động cơ và dao động đều đều của ôtô, dải sáng của mặt đường cùng với phong cảnh được lặp đi lặp lại của môi trường đường khiến cho lái xe buồn ngủ và dễ dàng xảy ra tai nạn giao thông. Những kết quả nghiên cứu trước đây ở Mỹ cho thấy: 3,8% số tai nạn chết người là do lái xe ngủ gật. Tại các chỗ có đường rẽ, số tai nạn do nguyên nhân này còn cao hơn nhiều (14,3% tai nạn chết người do lái xe ở trạng thái ngủ gật hay mơ ngủ tại 19 chỗ đường rẽ nguy hiểm được khảo sát).

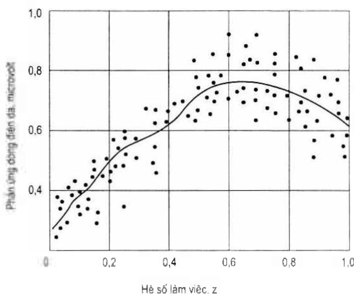
Mức độ căng thẳng thần kinh của lái xe còn phụ thuộc vào tình trạng của đường. Khi đi vào các nút giao thông hoặc đi từ đường phụ có lưu lượng xe chạy thấp vào đường

chính, mức độ căng thẳng thần kinh của lái xe tăng lên. Trên hình 1.4 thể hiện các trị số phản xạ điện da thông qua điện tử da (KΩ) của lái xe cho thấy đo phải xử lý thông tin khi cho xe đi vòng, giao nhập với các luồng trong nút giao vòng xuyến mà điện trở trên da của lái xe tăng lên; còn khi ra khỏi nút giao điện trở da của lái xe giảm xuống.



Hình 1.4: *Trị số phản xạ điện da của người lái xe khi đi theo các hành trình khác nhau trong nút giao nhau hình xuyến*

Trên đường có lưu lượng xe chạy càng tăng kéo theo hệ số phục vụ z (còn gọi là hệ số làm việc) tăng khiến cho thần kinh của lái xe căng thẳng hơn. Quan hệ giữa phản ứng dòng điện da của lái xe với hệ số làm việc z ($z = \frac{N}{P}$ - tỷ số giữa lưu lượng xe chạy thực tế và năng lực thông hành lý thuyết) được V.V. Nôvizensev (CHLB Nga) nghiên cứu biểu thị trên hình 1.5 cho thấy khi hệ số phục vụ z tăng thì phản ứng tĩnh điện dưới da của lái xe cũng tăng và đạt trị số lớn nhất gần bằng 0,8 microvolt tương ứng với hệ số phục vụ z = 0,6÷0,7. Khi dòng xe có z lớn hơn 0,7 thì dòng xe bị ùn tắc, xe phải chạy nối đuôi nhau với tốc độ thấp nên phản ứng điện da của lái xe giảm.



Hình 1.5

Khi chạy xe trên đường có điều kiện xe chạy rất thuận lợi lái xe thường cho xe chạy với tốc độ cao, song càng chạy với tốc độ cao thần kinh của lái xe càng căng thẳng vì phải tập trung cao độ, tăng cường "cảnh giác" để xử lý kịp thời khi gặp sự cố.

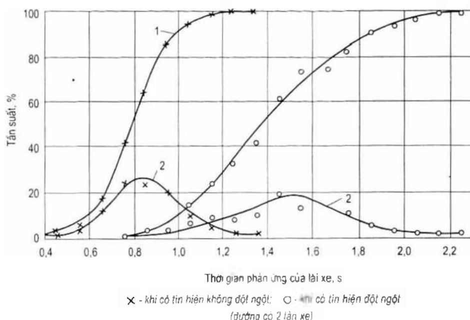
Đi vào các đường cong bán kính nhỏ, những vị trí hướng đường thay đổi lái xe phải giảm tốc hoặc phải xử lý hãm xe.

Ở địa hình bằng phẳng nếu không gặp trở ngại lái xe thường cho xe chạy với tốc độ cao, không cần thay đổi chuyển số và hãm xe trên cả một quãng đường dài.

Tại các vùng tuyến đi qua là đồi núi có địa hình bị chia cắt với nhiều đoạn lên dốc, xuống dốc với độ dốc lớn lái xe thường phải thay đổi nhiều chế độ chuyển động như: sử dụng chuyển số trực tiếp khi leo dốc, tắt máy khi xuống dốc, hãm xe, tăng hay giảm tốc ...

Những nguy hiểm, mất an toàn thường xảy ra tại những chỗ mà điều kiện đường thay đổi đột ngột như đang đi từ đường cong bán kính lớn sang đường cong có bán kính nhỏ ... khi đó lái xe không kịp thay đổi chế độ chạy xe cho phù hợp với tình huống mới.

Sự xuất hiện những thông tin được lái xe biết trước và thông tin xuất hiện đột ngột đã làm thay đổi thời gian phản ứng tâm lý của người lái xe - hình 1.6 thể hiện kết quả thực hiện của E.M.Lôbanôv (Nga) trên đường hai làn xe tương ứng với hai tình huống trên cho thấy giá trị mod của 2 trường hợp là hoàn toàn khác nhau:



Hình 1.6

Khi tín hiệu không xuất hiện đột ngột thời gian phản ứng tâm lý của lái xe có giá trị mod lớn hơn 0,8s còn tín hiệu xuất hiện đột ngột thì lái xe không chủ động nên trị số này lớn hơn nhiều (khoảng 1,5s).

Tuỳ thuộc vào điều kiện đường, sự thay đổi thời tiết khí hậu, trạng thái sức khỏe mà thời gian phản ứng tâm lý của lái xe thay đổi trong phạm vi rộng. Những kết quả thực nghiệm của E.M. Lôbanôv cho thấy vào nửa ngày đầu buổi sáng thời gian phản ứng tâm lý của lái xe dao động trong khoảng (0,42 + 0,35)s đến (0,42 - 0,12)s, còn vào nửa ngày buổi chiều do mệt mỏi nên thời gian phản ứng của lái xe chậm hơn nhiều, nó dao động trong phạm vi (1,4 + 0,83)s đến (1,4 - 0,27)s.

Ở các nước khác nhau có những quy định về thời gian phản ứng tâm lý của lái xe cũng khác nhau. Ví dụ: Nước Pháp chọn thời gian phản ứng tâm lý t_f = 0,75s khi lái xe tập trung chú ý cao và có sự chuẩn bị trước cho hành động của mình như khi quyết định vượt xe, ngược lại chọn t_f = 1,5s trong trường hợp lái xe phải xử lý đột ngột trước tình huống không được biết trước như khi gặp chướng ngại vật đột nhiên xuất hiện trên đường. Ở Úc người ta cũng chọn t_f = 0,75s khi lái xe thận trọng chạy trong thành phố, t_f = 2,5s khi xe chạy ở ngoại ô và t_f = 3s để xác định tầm nhìn vượt xe với mục đích bảo đảm vượt xe thật an toàn.

Tại Thuỵ Sỹ, khi đường có dải phân cách cứng bảo đảm không xuất hiện người đi bộ bất thường đã chọn t_f = 2s vì cho rằng lái xe ít tập trung chú ý do điều kiện đường đã "rất an toàn", nhưng lại chọn t_f = 1s trên các đường ôtô thông thường.

Cũng cần phân biệt thời gian phản ứng tâm lý của lái xe theo hai trường hợp:

Trường hợp đơn giản là khi lái xe phản ứng mà biết trước tín hiệu. Thời gian phản ứng trong trường hợp này là nhỏ (chỉ 0,2s đối với tín hiệu ánh sáng và 0,15s đối với tín hiệu âm thanh). Trường hợp phức tạp là khi lái xe cần phải lựa chọn một trong số một vài thông tin để kịp thời xử lý, vì vậy thời gian phản ứng tâm lý có thể dao động trong một phạm vi rộng (từ 0,4 - 2,5s và có khi nhiều hơn).

Như vậy, phụ thuộc vào các điều kiện đường mà lái xe cảm nhận và tích luỹ được, trong điều kiện cho phép (ví dụ như xe chạy không bị bó buộc trong dòng xe có mật độ cao) lái xe sẽ lựa chọn chế độ chạy xe một các trực giác theo ý muốn của mình phù hợp với trình độ tay nghề và kinh nghiệm nghề nghiệp của từng người lái. Chính vì thế mà trên đường bằng hoặc xuống dốc lái xe có thể cho xe chạy vượt quá tốc độ tính toán, hoặc có những đoạn mặc dầu thoả mãn tốc độ thiết kế nhưng lái xe do cảm nhận riêng đã cho xe chạy với tốc độ thấp hơn, và trong nhiều trường hợp lái xe vẫn cho xe chạy an toàn với tốc độ vượt quá tốc độ cho phép tính toán. Đây chính là do lái xe đã tự thiết lập chế độ xe chạy cho mình từ những cảm thụ về điều kiện đường của riêng anh ta.

Cảm nhận của lái xe về thời tiết, khí hậu cũng ảnh hưởng trực tiếp đến việc điều chỉnh chế độ xe chạy của lái xe. Ví dụ như, khi đang cho xe chạy gặp trời mưa mặt đường ẩm ướt lái xe sẽ chủ động giảm tốc độ, mặc dầu đoạn đường cho phép chạy với tốc độ cao hơn. Gặp thời tiết nắng ráo, mặt đường khô sạch, lái xe có thể tự phán đoán và tăng tốc độ cho xe chạy nhanh hơn tốc độ cho phép. Gặp đoạn đường có gió to tạt ngang đề để phòng xe bị gió thổi tạt sang lề đường, lái xe thường điều khiển cho quỹ đạo xe lệch về phía tim đường. Khi thời tiết nóng bức lái xe dễ bị mệt mỏi nên thường cho xe chạy với tốc độ thấp và xử lý các tình huống xảy ra trên đường có lúc thiếu chính xác hoặc phản ứng chậm chạp. Ngược lại, khi thời tiết mát mẻ, khí hậu dễ chịu làm cho tinh thần sảng khoái thì lái xe có thể tuỳ hứng tăng tốc độ ngay cả khi đi trên các đoạn đường nguy hiểm do các kích thước hình học của các yếu tố thiết kế không phù hợp với tốc độ xe đang chạy. Đây là một tình huống xảy ra đối với những lái xe thiếu kinh nghiệm và thiếu thận trọng, là một trong những nguyên nhân xảy ra tai nạn trên đường.

Tóm lại, những ảnh hưởng của các điều điện đường và các nhân tố thiên nhiên bao gồm các nhân tố trực tiếp hay gián tiếp đến cảm nhận của người lái xe, từ đó lái xe xác lập được chế độ xe chạy trên đường sẽ được nghiên cứu chi tiết theo từng vấn đề cụ thể được trình bày trong các chương tiếp theo bao gồm:

- Ảnh hưởng của các yếu tố bình đồ đến an toàn xe chạy.

- Ảnh hưởng của các yếu tố trắc dọc, trắc ngang đến an toàn xe chạy.

- Độ nhám mặt đường và ảnh hưởng của độ bám của bánh xe với mặt đường đến an toàn xe chạy.

- Ảnh hưởng của nhân tố thiên nhiên đến an toàn xe chạy.

Chương 2

KHẢO SÁT NGUYÊN NHÂN VÀ PHÂN TÍCH CÁC TAI NẠN GIAO THÔNG ĐƯỜNG BỘ

2.1. KHẢ NĂNG CẢM NHẬN THÔNG TIN CỦA LÁI XE TRONG QUÁ TRÌNH ĐIỀU KHIỂN XE CHẠY TRÊN ĐƯỜNG

Trong nội dung báo cáo tại hội thảo "Doanh nghiệp Vận tải ôtô với tai nạn giao thông" được tổ chức ở nước ta gần đây nhất do Cục Vận tải ôtô, Cục Quản lý đường bộ Việt Nam và Phòng Thương mại và Công nghiệp phối hợp thực hiện đã đưa ra nhận định: Lái xe ôtô là đối tượng gây ra 21,6% số tai nạn giao thông, cộng với 2,8÷3,2% số vụ tai nạn giao thông là do tình trạng kỹ thuật của phương tiện kém, không đảm bảo an toàn chạy xe thì tổng cộng số tai nạn giao thông do lái xe và phương tiện vận tải gây ra chiếm khoảng 25%. Hơn nữa, tính chất của các tai nạn này thường rất nghiêm trọng.

Các tai nạn giao thông do lái xe gây ra bao gồm nhiều nguyên nhân trong đó có các nguyên nhân: cho xe chạy quá tốc độ quy định (chiếm hơn 4% tai nạn); cho xe vượt ẩu (chiếm khoảng 20%) và xử lý các tình huống xảy ra kém (chiếm hơn 15%). Các nguyên nhân này đều không tách khỏi khả năng cảm nhận thông tin của người lái xe trong quá trình điều khiển cho xe chạy trên đường.

Để nghiên cứu khả năng cảm nhận thông tin của lái xe trong quá trình điều khiển xe chạy ta cần tìm hiểu tác dụng tương hỗ của lái xe với môi trường bên ngoài.

Môi trường bên ngoài của đường bao gồm các đối tượng và hiện tượng ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động của lái xe. Chúng bao gồm: thiên nhiên bao quanh tuyến đường như các công trình, nhà cửa hai bên đường; màu sắc và độ sáng của mặt đường, tầm nhìn; các dòng xe đi cùng chiều và ngược chiều cũng như các nhân tố thời tiết khí hậu như mưa, gió, bão, sương mù, sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm không khí, hiện tượng nóng lạnh ...

Các đối tượng và hiện tượng trên thường xuyên tác dụng liên tục đến người lái xe khiến cho lái xe có những phản ứng tương ứng như: thay đổi tốc độ xe chạy, thay đổi vị trí và quỹ đạo chạy xe trên mặt đường.

Lý thuyết tác dụng tương hỗ của lái xe với môi trường bên ngoài đã được giáo sư V.M. Xidencô (CHLB Nga) nghiên cứu dựa trên mô hình thông tin cảm xúc của P.V.Ximônôv.

Cơ sở của lý thuyết này như sau: dưới tác động tương hỗ của môi trường, lái xe sẽ lựa chọn tốc độ xe chạy an toàn lớn nhất để bảo đảm năng suất lao động cao nhất của mình.

Khi thu nhận thông tin từ một đối tượng i từ môi trường bên ngoài thì người lái xe xuất hiện một khoảng dao động về cường độ thần kinh ΔE và gây nên một cường độ cảm xúc:

$$I_i = \Delta E = E_1 - E_2 \quad (2.1)$$

Lái xe muốn có được hiệu quả công việc lớn nhất thì cường độ cảm xúc phải đạt được trị số tối ưu I_0. Trị số này theo kết quả thực hiện của V.M.Xidencô là $I_0 = 5,5\mu A$. Đây là kết quả do phản ứng tĩnh điện của da mà thực chất là sự thay đổi điện trở trên da của người lái xe cùng với sự thay đổi cường độ cảm xúc. Khi giảm cường độ $I_0 = 5.0\ \mu A$ thì lái xe điều khiển xe kém chính xác.

Cường độ cảm xúc của người lái xe từ mỗi tác nhân riêng biệt được xác định từ công thức:

$$I_i = K(H_i - C_i) \quad (2.2)$$

Trong đó:

K - hệ số chuyển đổi từ thông tin sang cường độ cảm xúc (bằng khoảng 1,3μA);

H_i - lượng thông tin do lái xe nhận được từ môi trường bên ngoài, bit;

C_i - số lượng thông tin của lái xe tích luỹ được trong quá trình làm việc, phụ thuộc vào kinh nghiệm và tuổi nghề.

Trong suốt thời gian cho xe chạy trên đường cường độ cảm xúc của người lái xe được tích lũy dần và tại bất kỳ thời điểm nào thì tổng cường độ cảm xúc của lái xe chính là cường độ cảm xúc tại thời điểm xét cộng với những cường độ cảm xúc được phát sinh theo các tình huống xảy ra trước đó và bằng:

$$I = \sum_{i=1}^{i} I_i S_i(t) \quad (2.3)$$

Trong đó:

$S_i(t)$ - hàm chuẩn của sự thay đổi cường độ cảm xúc từ đối tượng i của môi trường bên ngoài. Hàm $S_i(t)$ phụ thuộc vào thời gian t được xác định như sau:

Khi $0 < t < t_0$ thì $$S_i(t) = \frac{I}{I_i}\sqrt{\frac{t}{t_m}} \quad (2.4a)$$

Khi $t_b < t < t_k$ thì $$S_i(t) = e^{-\alpha(t-t_b)}.\cos\theta(t - t_b) \quad (2.4b)$$

Khi $t_k < t < t_l$ thì $$S_i(t) = 0,4.e^{-\alpha(t-t_K)} \quad (2.4c)$$

Trong các công thức từ 2.4a đến 2.4c thì:

t - thời gian, h (giờ);

t_b - khoảng thời gian tương ứng khi lái xe trông thấy chướng ngại vật và cường độ cảm xúc phát triển:

$$t_b = t_n.I_i^{0,4}, h \quad (2.5)$$

với t_n - ngưỡng thời gian (thời gian giới hạn) tác động của chướng ngại vật:

$$t_n = 2,5 + 0,0785(V + V_1), h \quad (2.6)$$

V, V_1 - tốc độ của ôtô và của chướng ngại ở môi trường bên ngoài, km/h;

t_K - khoảng thời gian ứng với cường độ cảm xúc của lái xe tắt dần trong giai đoạn cuối của cảm xúc, h;

t_l - khoảng thời gian của đối tượng ảnh hưởng hoàn toàn lên người lái xe, h;

θ - hệ số, được xác định từ:

$$\theta = 2\pi(t_K - t_b) \quad (2.7)$$

α - hệ số được xác định từ:

$$\alpha = 0,92(t_K - t_b) \quad (2.8)$$

Lượng thông tin H_i mà lái xe thu nhận được từ môi trường bên ngoài được xác định theo công thức:

$$H_i = a + \delta\frac{\omega_i - 0,5}{x - x_o} \quad (2.9)$$

Trong đó:

ω_i - tốc độ góc của đối tượng, rad/s;

x - khoảng cách từ điểm nhìn của lái xe đến trung tâm của đường bao nhìn quanh đối tượng của môi trường ngoài, m;

x_o - giới hạn tuyệt đối của cảm giác thay đổi khoảng cách x, m;

a và δ - các hệ số. Theo số liệu thực nghiệm của V.M. Xidencô thì a = 13 và δ = 4.

Lượng thông tin của lái xe tích luỹ được trong quá trình hoạt động thực tế của mình được xác định theo công thức :

$$C_i = H_i . p_i \quad (2.10)$$

Trong đó: p_i - tỷ lệ % của thông tin C_i từ lượng thông tin tích luỹ H_i. Nghĩa là xác suất xe chạy an toàn trong tình huống đã cho.

Từ các công thức (2.9) và (2.10) ta có thể xác định được lượng thông tin làm cơ sở cho việc ứng xử các lái xe. Nếu như lượng thông tin tích luỹ C_i không đủ để bù lại lượng thông tin H_i thì buộc người lái xe phải phát sinh cường độ cảm xúc để nhận biết. Cường độ cảm xúc này được xác định theo công thức (2.3).

Khi lượng thông tin có số lượng quá nhiều đối với lái xe gây ra hiện tượng "vượt tải" thì lái xe sẽ "từ chối". Lúc đó, lái xe không thể cảm nhận được sự thay đổi khối lượng thông tin bổ sung và đánh giá tình huống không đúng đắn. Khối lượng thông tin ứng với khi lái xe từ chối không cảm nhận được gọi là *ngưỡng cửa bão hoà*. Ứng với ngưỡng cửa bão hoà của thông tin, lái xe không còn phản ứng lại và đây là một trong những nguyên nhân xảy ra tai nạn giao thông.

Tổng cường độ cảm xúc tích luỹ của người lái xe có được (xác định theo công thức 2.3) chính là tiêu chuẩn để lái xe đánh giá được mức độ nguy hiểm của các đối tượng (chướng ngại) và các tình huống xảy ra trên đường nhằm định hướng cho xe đi đúng hướng trên phần xe chạy.

Để đánh giá mức độ về mặt số lượng thông tin của lái xe, viện sĩ A.A. Kharkevich (Nga) đã đưa ra nguyên tắc đánh giá lượng thông tin nguyên vẹn theo công thức sau:

$$H = \log\left(\frac{p_1}{p_o}\right) \quad (2.11)$$

Trong đó:

H - mức độ đánh giá thông tin theo số lượng;

p_1 - khả năng đạt được mục đích sau khi nhận thông tin;

p_o - khả năng (xác suất) đạt được mục đích trước khi nhận được thông tin.

Sẽ xảy ra ba trường hợp:

Trường hợp 1: thông tin nhận được trước và sau đạt được mục đích là không thay đổi, nghĩa là $p_1 = p_o$ và $H = 0$. Điều này xảy ra khi lái xe đã biết trước các thông tin. Ví dụ như các thông tin về dự báo thời tiết mà lái xe đã được thông báo trước và xử lý khi xảy ra.

Trường hợp 2: khi thông tin lái xe nhận được lại lớn hơn khả năng đạt được mục đích trước khi nhận. Tức là $p_1 > p_o$ và $H > 0$ khiến lái xe phải thay đổi "chiến lược" và "chiến thuật", nghĩa là thay đổi chế độ xe chạy trên hành trình của mình. Ví dụ, thay đổi tốc độ xe chạy hoặc thay đổi hành trình.

Trường hợp 3: thông tin nhận được ít hơn khả năng đạt được mục đích, tức là $p_1 < p_0$ và $H < 0$. Điều này xảy ra khi lái xe nhận được thông tin không đầy đủ hoặc không chính xác dẫn đến lựa chọn hành trình không đạt tối ưu, hậu quả là tăng thời gian xe chạy trên đường.

Từ những lý lẽ trên cho thấy nguyên nhân xảy ra tai nạn giao thông trên đường một phần là do lái xe thiếu lượng thông tin cần thiết, mặt khác có thể là do lái xe đi qua những đoạn đường có lượng thông tin quá bão hoà hoặc do lái xe đánh giá không đúng khả năng đạt được mục đích trước và sau khi nhận được thông tin trong quá trình điều khiển xe chạy trên đường.

2.2. CÁC NGUYÊN NHÂN XẢY RA TAI NẠN GIAO THÔNG TRÊN ĐƯỜNG

Khi khảo sát các nguyên nhân, phân tích và đánh giá các tai nạn giao thông xảy ra trên đường ta cần dựa vào mối quan hệ hữu cơ của cả hệ thống tổng hợp "Lái xe - ôtô - đường - môi trường".

Tai nạn giao thông xảy ra có thể do một hay nhiều yếu tố trong hệ thống tổng hợp trên gây ra.

Dưới đây là những phân tích cụ thể.

2.2.1. Đối với lái xe

An toàn xe chạy trước tiên phụ thuộc vào người điều khiển các phương tiện giao thông là lái xe.

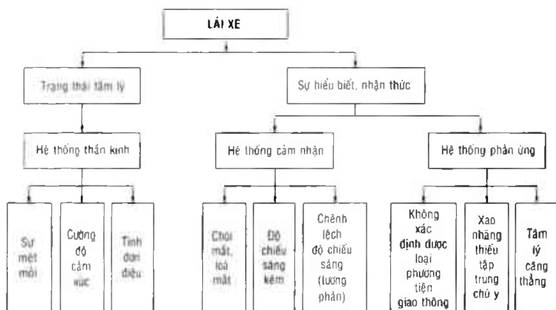
Trạng thái tâm lý cũng như những nhận thức hiểu biết của lái xe trong khi điều khiển xe chạy là những thông số cơ bản liên quan đến an toàn xe chạy.

Sự hiểu biết, tính nhạy cảm của lái xe bao gồm hệ thống cảm nhận và hệ thống phản ứng của lái xe trước mọi tình huống xảy ra trên đường. Ví dụ: phản ứng của lái xe khi mắt bị chói loá trước ánh đèn pha của xe đi ngược chiều; khi cho xe chạy trên các đoạn đường lúc tối trời không đủ độ chiếu sáng hoặc khi gặp chướng ngại vật có độ tương phản không đủ phát hiện sự vật.

Phản ứng không nhanh nhạy, hiểu biết và kinh nghiệm yếu kém của lái xe sẽ là nguyên nhân gây mất an toàn chạy xe.

Tai nạn giao thông cũng có thể xảy ra nếu lái xe phản ứng không kịp thời trước các tình huống nguy hiểm do lái xe xao nhãng, thiếu tập trung chú ý khi lái, không có đủ kinh nghiệm để phân biệt các loại phương tiện giao thông cùng chạy trên đường, nhất là vào ban đêm. Ví dụ không phân biệt được loại xe hai bánh và xe bốn bánh, xe kéo rơ moóc vì một nguyên nhân nào đó, hoặc lái xe bị căng thẳng về mặt tâm lý ...

Sơ đồ tổng quát về các nguyên nhân do lái xe gây ra tai nạn giao thông được trình bày trên hình 2.1.



Hình 2.1

2.2.2. Đối với ôtô

Mức độ an toàn giao thông đối với ôtô phụ thuộc vào ba yếu tố cơ bản: Độ ổn định của xe, hệ thống điều khiển và hệ thống hãm xe.

Hệ thống hãm xe động lực bao gồm: các bộ phận hãm phanh, các bánh xe (lốp xe), bộ phận tay lái và khối lượng của ôtô.

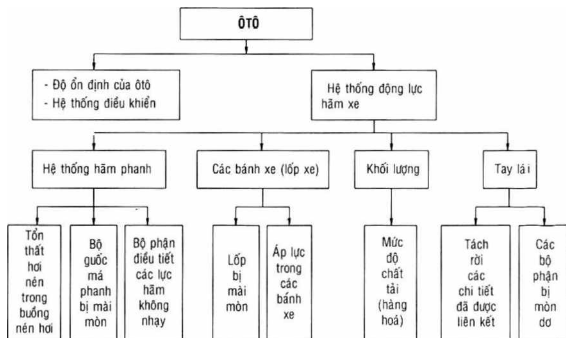
Hiện tượng mất an toàn do ôtô, và tai nạn giao thông gây ra hệ thống hãm phanh thường xuất phát từ những nguyên nhân sau:

- Loại xe được trang bị hệ thống phanh hơi thì buồng hơi không kín làm hơi nén bị tổn thất, mất mát.
- Bộ guốc của má phanh bị mài mòn.
- Hệ thống điều tiết các lực hãm phanh không nhanh nhạy.
- Lốp xe bị bào mòn quá nhiều.
- Các chi tiết của tay lái bị mòn dơ, không liên kết chặt chẽ với nhau.

Ngoài những nguyên nhân trên thì lượng hàng chất quá tải làm tăng lực quán tính khi hãm xe cũng là một nguyên nhân gây mất an toàn xe chạy.

Để đảm bảo an toàn một cách chủ động cho các phương tiện vận chuyển các vấn đề nêu trên đều đã được các nhà chế tạo ôtô nghiên cứu và sản xuất ra các thế hệ ôtô ngày càng hiện đại và hoàn thiện. Điều này sẽ được trình bày chi tiết ở chương tiếp theo.

Hình 2.2 là sơ đồ rút gọn cơ bản trình bày những thông số liên quan đến an toàn giao thông do ôtô gây ra.



Hình 2.2

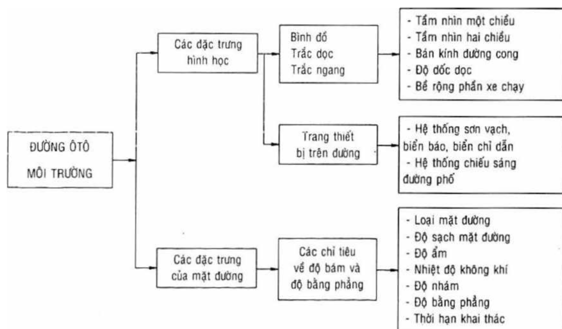
2.2.3. Đối với đường và môi trường

Tai nạn giao thông xảy ra nguyên nhân do đường và môi trường quanh đường bao gồm: các điều kiện về đường và ảnh hưởng của các nhân tố thời tiết, khí hậu đến tình trạng của mặt đường, lề đường cũng như nền đường nói chung.

Các đặc trưng hình học của tuyến đường thông qua thiết kế không đạt yêu cầu trên bình đồ, trắc dọc, trắc ngang của tuyến như: khoảng cách tầm nhìn một chiều (gặp chướng ngại vật), tầm nhìn hai chiều (trường hợp hai xe ngược chiều gặp nhau), các bán kính đường cong, độ dốc dọc, bề rộng và số làn xe ... Các trang thiết bị đặt trên đường như hệ thống chiếu sáng, sơn vạch, biển báo, biển chỉ dẫn đặt không đúng vị trí, kích thước, màu sắc, kiểu chữ ... không đúng quy định ... đều là những nguyên nhân của các tai nạn do điều kiện đường gây ra.

Các đặc trưng khai thác của mặt đường không thoả mãn các yêu cầu về độ nhám, độ bằng phẳng cũng như ảnh hưởng xấu của thời tiết khí hậu làm cho mặt đường ẩm ướt, bụi bậm, nhiệt độ mặt đường tăng cao trong quá trình khai thác cũng là những nguyên nhân gây mất an toàn xe chạy.

Sơ đồ trên hình 2.3 thể hiện tổng quát các nhân tố ảnh hưởng đến an toàn giao thông do điều kiện đường và môi trường xung quanh tuyến đường gây ra.



Hình 2.3

2.3. XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ CỦA CÁC ÔTÔ GÂY TAI NẠN GIAO THÔNG

Khi nghiên cứu, phân tích các tai nạn giao thông xảy ra trên đường ôtô do các phương tiện vận tải gây ra như các ôtô đâm vào nhau, va quệt hoặc do ôtô đâm vào chướng ngại vật xuất hiện trên đường (do người đi bộ hoặc súc vật bất ngờ băng qua đường hay xe đạp, xe máy đi cùng chiều đột nhiên rẽ ngoặt sang trái hoặc sang phải trước đầu ôtô ...). Các ôtô gây ra các xung đột trên được gọi là ôtô (xe) gây tai nạn (viết tắt là XGTN).

Người ta thường xác định các thông số có liên quan đến tai nạn như sau:

- Gia tốc của XGTN khi hãm phanh gấp;
- Tốc độ của XGTN lao lên phía trước;
- Thời gian hãm phanh của XGTN;
- Chiều dài đường hãm;
- Khoảng cách giữa XGTN và xe đi liền theo sau;
- Thời gian phản ứng tâm lý của lái xe khi gặp sự cố.

Nghiên cứu sáu thông số trên giúp chúng ta xác định được rõ các nguyên nhân xảy ra tai nạn giao thông: Do lái xe ? Do sự cố kỹ thuật của chính các phương tiện ôtô? Hay do

điều kiện đường xá ? Từ đó, sẽ có kết luận và xử lý đúng đắn các trường hợp xảy ra tai nạn cụ thể, đồng thời có những giải pháp can thiệp kịp thời nhằm ngăn chặn và hạn chế những rủi ro có thể xảy ra, nâng cao được an toàn giao thông trên đường ôtô hay trong các thành phố.

Nội dung nghiên cứu các thông số được trình bày chi tiết như sau:

2.3.1. Gia tốc của ôtô gây tai nạn (ký hiệu J):

Gặp sự cố lái xe thường xử lý bằng cách hãm phanh gấp (hãm khẩn cấp). Trong trường hợp này gia tốc hãm được xác định bằng công thức:

$$J_{ay} = J_a.\cos\alpha \pm g.\sin\alpha\text{, m/s}^2 \qquad (2.12)$$

Trong đó:

Ký hiệu (+) là lên dốc, (-) là xuống dốc

α - góc nghiêng trên đoạn hãm xe (tức là độ dốc dọc của đường), độ;

J_a - gia tốc hãm của XGTN trên đoạn đường nằm ngang, m/s^2.

Trên đoạn XGTN lăn tự do gia tốc này được tính theo công thức:

$$J_K = g\left(f.\cos\alpha \pm \sin\alpha\right)\text{, m/s}^2 \qquad (2.13)$$

Trong đó: f - hệ số sức cản lăn của bánh xe với mặt đường.

Gia tốc lớn nhất của XGTN khi hãm bởi các bánh xe trục sau (Jas) được xác định theo công thức:

$$J_{as} = \left[\frac{(J_a.\alpha)+g-(b.f)}{(g.a)+h+(J_a+f.g)}.\cos\alpha \pm \sin\alpha\right].\frac{g}{S_1}\text{, m/s}^2 \qquad (2.14)$$

Trong đó:

a, b - khoảng cách từ trọng tâm đến trục trước và trục sau của ôtô, m;

h - chiều cao từ trọng tâm ôtô đến mặt đường, m;

g - gia tốc trọng trường, m/s^2.

Gia tốc lớn nhất của XGTN khi hãm bởi các bánh xe ở trục trước (J_{at}) bằng:

$$J_{at} = \left[\frac{(J_a.b+g.\alpha.f)}{g.L-h.(J_a-f.g)}.\cos\alpha \pm \sin\alpha\right].\frac{g}{S_2}\text{, m/s}^2 \qquad (2.15)$$

Trong công thức 2.14 và 2.15 thì $S_1 = S_2 = 1,1$; L - khoảng cách giữa hai trục trước và sau của ôtô, m.

2.3.2. Tốc độ của XGTN (ký hiệu V_a)

Khi XGTN bắt đầu hãm thì tốc độ của nó được xác định theo công thức:

$$V_a = 1,8.J_a.t_3\sqrt{26.S_u.J_a}\ , \text{km/h} \tag{2.16}$$

Trong đó:

t_3 - thời gian thực hiện gia tốc hãm của XGTN, s;

S_u - chiều dài vệt hãm phanh của XGTN, m.

Khi tính toán chiều dài vệt hãm phanh S_u chỉ được tính theo bánh trước hay bánh sau. Bởi thế, nếu chiều dài vệt hãm của tất cả các xe (ở trục trước và trục sau) của XGTN là S thì:

Nếu $S > L$ ta có : $S_u = S - L$ (2.17a)

Nếu $S \leq L : S_u = S$ (2.17b)

Trong quá trình hãm phanh xe, nếu lái xe thả lỏng bàn đạp hãm và vẫn để cho xe lăn tự do lao lên phía trước trước khi xe dừng hẳn lại thì tốc độ của XGTN được xác định:

$$V_a = 1,8.J_a.t_3 + \sqrt{26.S_u.J_a + \left[\sqrt{J_K.S_K - 4,3.J_K(J_a - J_K)t_5^2} + 1,8(J_a - J_K)t_5\right]^2}\ , \text{km/h} \tag{2.18}$$

Trong đó:

t_5 - thời gian hãm phanh một lần;

t_5 = 0,3s đối với bộ hãm phanh thuỷ lực;

$t_5 = 2.t_3$ đối với phanh hơi;

S_K - chiều dài cần khắc phục của XGTN trong lúc lăn tự do trước khi dừng lại hẳn, m.

Nếu ta biết được chiều dài vệt hãm phanh trước vị trí đâm xe S'_u thì có thể xác định được tốc độ của XGTN trước khi bắt đầu hãm xe bằng:

$$V_a = 1,8.J_a.t_3 + \sqrt{26.S'_u.J_a + V_{II}^2}\ , \text{km/h} \tag{2.19}$$

Trong đó: V_{II} - tốc độ của XGTN trước khi đâm xe, km/h. Khi tính toán có thể lấy V_{II} bằng trị số tốc độ của xe đi trước XGTN trước lúc xung đột (V_t). Khi đó trị số V_a tính được sẽ nhỏ hơn tốc độ thực tế.

Tại thời điểm đâm vào người đi bộ tốc độ XGTN bằng:

$$V_n = \sqrt{26.S''_u.J_a}\ , \text{km/h} \tag{2.20}$$

Trong đó: S''_u - chiều dài vệt hãm xe của XGTN kể từ vị trí xe đâm đến lúc xe dừng lại.

Nếu tốc độ trước khi kiểm tra hãm phanh của XGTN là V_e, ta có thể đối chứng và xác định được tốc độ của phương tiện như sau:

$$V_a = V_c - \sqrt{26.J_p.\left(\sqrt{S_c - S_u}\right)^2}\text{, km/h} \quad (2.21)$$

Trong đó:

J_p - giảm tốc của ôtô được xác định bằng thực nghiệm, m/s²;

S_e - chiều dài vệt hãm phanh của XGTN khi hãm kiểm tra tại vị trí xảy ra tai nạn.

Để xác định trị số S_e thì khi thực hiện hãm xe để kiểm tra phải cho ôtô đi với tốc độ xấp xỉ bằng tốc độ của ôtô lúc xảy ra tai nạn.

Tốc độ ở cuối đường lăn khi ôtô được gài số lùi của XGTN xác định theo công thức:

$$V_K = \sqrt{V_a^2 + 254(\sin\alpha - f.\cos\alpha).S_K}\text{, km/h} \quad (2.22)$$

Trong đó:

S_K - khoảng cách khắc phục của XGTN khi lăn tự do trước khi xe dừng hẳn lại, m;

α - góc nghiêng khi xe lăn tự do, độ.

Khi tầm nhìn trên đường bị hạn chế do có sương mù, bụi, tối trời thì tốc độ cho phép lớn nhất (V_t^{max}) mà lái xe có khả năng dừng xe lại trên đoạn đường không vượt quá khoảng cách tầm nhìn của đường được xác định bằng công thức:

$$V_t^{max} = 3,6.J_a.T\left[\sqrt{\frac{2S_h}{J_a.T^2} + 1} - 1\right]\text{, km/h} \quad (2.23)$$

Trong đó:

S_h - khoảng cách tầm nhìn của đường trong điều kiện tầm nhìn bị hạn chế, m;

T - thời gian hãm xe, xác định bằng:

$$T = t_1 + t_2 + 0,5.t_3\text{, s} \quad (2.24)$$

Với: t_1 - thời gian phản ứng tâm lý của lái xe, s;

t_2 - thời gian giảm tốc tương ứng với hãm xe, s;

t_3 - thời gian tăng giảm tốc, s.

Từ công thức 2.23 dựa theo trị số tầm nhìn hạn chế S_h có thể khống chế hoặc kiểm tra được tốc độ cho phép lớn nhất mà lái xe được phép thực hiện để bảo đảm an toàn xe chạy trong điều kiện tầm nhìn bị hạn chế.

2.3.3. Thời gian hãm phanh của XGTN (ký hiệu T_T)

Thời gian hãm phanh của XGTN bằng:

$$T_T = t_2 + t_3 + t_4 \text{, s} \tag{2.25a}$$

Hay

$$T_T = t_2 + 0{,}5.t_3 + \frac{V_a^2}{3{,}6.J_a} \tag{2.25b}$$

Trong đó: t_4 - thời gian chuyển động của XGTN ở giai đoạn hãm xe trực tiếp:

$$t_4 = \sqrt{\frac{2.S_u}{J_a}} \text{, s} \tag{2.26a}$$

hay

$$t_4 = \frac{V_a - 1{,}8.J_a.t_3}{3{,}6.J_a} \text{, s} \tag{2.26b}$$

hay

$$t_4 = \frac{V_a - V_H}{3{,}6.J_a} - \frac{t_3}{2} \text{, s} \tag{2.26c}$$

Thời gian chuyển động của XGTN trước khi đâm xe ở giữa đoạn hãm trực tiếp:

$$t_4' = \frac{V_a}{3{,}6.J_a} - \sqrt{\frac{2.S_u'}{J_a}} \text{, s} \tag{2.27}$$

Thời gian chuyển động của XGTN trong lúc hãm sau khi đâm xe:

$$t_4'' = \sqrt{\frac{2.S_u''}{J_a}} \text{, s} \tag{2.28}$$

Thời gian hãm trước khi đâm xe:

$$T_T' = \frac{V_a}{3{,}6.J_a} - \sqrt{\frac{2.S_u'}{J_a}} + \frac{t_3}{2} + t_2 \text{, s} \tag{2.29}$$

Thời gian dừng xe:

$$T_o = t_1 + t_2 + 0{,}5t_3 + \frac{V_a}{3{,}6.J_a} \text{, s} \tag{2.30}$$

2.3.4. Chiều dài hãm phanh của XGTN (ký hiệu S)

Chiều dài hãm phanh của XGTN là một thông số quan trọng. Chiều dài này được xác định bằng công thức:

$$S_T = (t_2 + 0{,}5.t_3).\frac{V_a}{3{,}6} + \frac{V_a^2}{26.J_a} \text{, m} \tag{2.31a}$$

Hay

$$S_T = (t_2 + t_3).\frac{V_a}{3{,}6} + S_u \text{, m} \tag{2.31b}$$

Chiều dài hãm phanh S_T tính theo công thức (2.31) chính bằng tổng chiều dài hãm xe và chiều dài ứng với đoạn giảm tốc.

Đoạn di chuyển của XGTN trong giai đoạn hãm xe trực tiếp bằng:

$$S_4 = \frac{V_a}{26.J_a}, \text{ m} \quad (2.32)$$

Khoảng cách do XGTN khắc phục được ở trạng thái hãm trước khi xảy ra đâm xe:

$$S_4 = \frac{V_a^2}{26.J_a} - S_T'', \text{ m} \quad (2.33)$$

Hay

$$S_4' = \frac{V_a.t_3}{7.2} + S_K - S_T'' \quad (2.34)$$

Trong đó: S_T'' - khoảng cách do XGTN khắc phục được ở trạng thái hãm phanh sau khi đâm xe và trước khi dừng lại. Trị số S_T'' được xác định như sau:

Nếu vệt bánh xe hằn lại trên mặt đường chỉ có vệt bánh ở trục trước thì:

$$S_T'' = S_u'' + c - L_{ug} \quad (2.35a)$$

hay

$$S_T'' = S_u - S_u' + c - L_{ug} \quad (2.35b)$$

Trong đó:

c - khoảng cách nhô ra từ trục trước của ôtô, m

L_{ug} - khoảng cách giữa vị trí va chạm ở phần mép của XGTN và phần trước của xe, m

Nếu vết hằn lại trên mặt đường chỉ là vết của bánh xe ở trục sau thì:

$$S_T'' = S_u'' + L + c - L_{ug} \quad (2.36a)$$

hay

$$S_T'' = S_u - S_u' + L + c + L_{ug} \quad (2.36b)$$

Cuối cùng, chiều dài dừng lại của XGTN được xác định bằng tổng: chiều dài ứng với thời gian phản ứng tâm lý t_1, chiều dài hãm phanh có hiệu quả và chiều dài giảm tốc (từ V_a xuống trị số 0) theo công thức:

$$S_0 = \left(t_1 + t_2 + \frac{t_3}{2}\right)\frac{V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26J_a} \quad (2.37a)$$

Hay

$$S_0 = (t_1 + t_2 + t_3)\frac{V_a}{3,6} + S_u \quad (2.37b)$$

2.3.5. Quãng cách giữa XGTN và xe đi liền sau (ký hiệu D)

Khi XGTN hãm phanh gấp thì sẽ gây nguy hiểm cho xe đang đi liền sau nó. Lúc này, an toàn xe chạy phụ thuộc vào quãng cách giữa hai ôtô (XGTN và ôtô đi sau) và phụ thuộc vào chất lượng (hiệu quả) hãm phanh của cả hai xe này.

Trong trường hợp nếu hai ôtô đi cùng một tốc độ thì quãng cách tối thiểu cho phép (D) giữa XGTN và xe đi sau được xác định theo công thức:

$$D = T.\frac{V_a}{3,6} + \frac{J_{a_1} - J_{a_2}}{26J_{a_1}J_{a_2}}.V_a^2 \quad (2.38)$$

Với

$$T = t_1 + t_{21} + \frac{t_{32}}{2} \quad (2.39)$$

Trong đó:

J_{a_1}, J_{a_2} - giảm tốc khi hãm phanh đột ngột của xe trước và xe sau khi xung đột cùng chiều;

t_{31}, t_{32} - thời gian tăng giảm tốc của XGTN và xe đi sau, s;

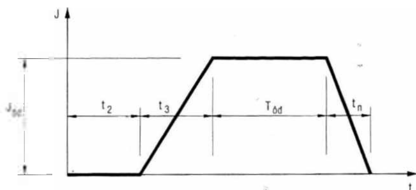
t_1 - thời gian phản ứng tâm lý, s.

Khi xét đến trường hợp bật đèn tín hiệu dừng trực tiếp từ bàn đạp hãm phanh thì quãng cách D được hiệu chỉnh như sau:

$$D = \frac{V_a}{3,6}\left(T - \frac{t_{31}}{2} - t_{21}\right) + \frac{V_a^2\left(J_{a_1} - J_{a_2}\right)}{26J_{a_1}J_{a_2}} \quad (2.40)$$

2.3.6. Các thông số thời giam khi hãm xe

Một vấn đề rất được quan tâm trong thiết kế và khai thác đường để bảo đảm an toàn xe chạy đối với các phương tiện giao thông là phải luôn luôn bảo đảm hệ thống hãm phanh của ôtô hoạt động tốt và có hiệu quả thể hiện qua tổn thất thời gian cho lái xe khi hãm, nhất là trong tình huống buộc lái xe phải phanh gấp (tức là hãm xe đột ngột).



Hình 2.4

Trên hình (2.4) biểu thị quá trình hãm phanh. Thời gian hãm xe bao gồm:

$$T_h = t_1 + t_2 + t_3 + T_{ođ} + t_n \quad (2.41)$$

Trong đó:

t_1 - thời gian phản ứng của lái xe, s;

t_2 - thời gian chậm trễ để lái xe truyền động vào bộ phận hãm (bàn đạp), s;

t_3 - thời gian cần thiết để xác lập gia tốc hãm. Trong thời gian này gia tốc hãm tăng từ $J_n = 0$ đến trị số $J_{ôđ}$;

$T_{ôđ}$ - thời gian có gia tốc hãm ổn định

T_n - thời gian nhả bàn đạp (nhã phanh) để trị số J từ $J_{ôđ}$ = const đến $J = 0\ m/s^2$.

Các trị số thời gian ti trên phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: trạng thái tâm sinh lý của lái xe, loại phương tiện và tình trạng kỹ thuật của phương tiện tải trọng và tính chất hàng hoá. Trị số chúng được xác định bằng thực nghiệm.

Dưới đây trình bày chi tiết về thời gian phản ứng tâm lý của lái xe (t_1) vì thông số này được nghiên cứu nhiều và kỹ càng nhất.

Thời gian phản ứng của lái xe: là thời gian kể từ thời điểm xuất hiện kích thích trong trường nhìn của lái xe trước khi lái xe bắt đầu tác động đến các bộ phận lái của ôtô (như: bàn đạp hãm phanh, bướm xăng, bánh tay lái ...)

Trong trường hợp tổng quát, thời gian phản ứng của lái xe gồm bốn bước:

- Thời gian để lái xe nhận biết được đối tượng;
- Thời gian để lái xe đánh gía điều kiện xe chạy hay tai nạn giao thông phát sinh;
- Thời gian kể từ thời điểm đánh giá điều kiện đường đến lái xe bắt đầu vận động để phản ứng;
- Thời gian lái xe thực hiện phản ứng đến thời điểm bắt đầu tác động lên bộ phận hãm phanh.

Những nghiên cứu ở Nga được tác giả Iu.B.Xuvôrôv công bố năm 1988 đã đưa ra trị số thời gian phản ứng tâm lý (t_1) cụ thể tuỳ thuộc vào các đặc trưng và trạng thái của đường và các tình huống của lái xe gặp phải như sau (bảng 2.1)

Bảng 2.1

Các đặc trưng và trạng thái của đường	Các tình huống điển hình có thể xảy ra	Thời gian phản ứng tâm lý t_1, s
(1)	(2)	(3)
1. Điều kiện đường phức tạp. Khả năng phát sinh các tai nạn rất lớn và lái xe có khả năng biết trước khách quan các dấu hiệu và vị trí có thể xảy ra nguy hiểm cùng mức độ cần thiết để khắc phục tai nạn giao thông. Yêu cầu đối với lái xe là phải đặc biệt chú ý đến điều kiện đường. Thường xuyên quan sát tại các vị trí nguy hiểm và sẵng sàng khắc phục.	- Người đi bộ nối gót nhau qua phần xe chạy do đó tầm nhìn bị hạn chế. - Người đi bộ bất ngờ thay đổi hướng đi trong trường nhìn của lái xe - Trẻ em xuất hiện trên đường - Xuất hiện phương tiện vận tải khác lao ra đường	0,6

(1)	(2)	(3)
2. Điều kiện đường: tai nạn giao thông đã xảy ra trước đây cho thấy có nhiều khả năng phát sinh nguy hiểm. Lái xe có khả năng khách quan, thấy rõ những dấu hiệu về khả năng xảy ra tai nạn nhưng không thể xác định trước một cách chính xác vị trí, thời điểm tại đó xuất hiện nguy hiểm cũng như không có khả năng nắm biết mức độ cần thiết để khắc phục tai nạn. Yêu cầu đối với lái xe: nâng cao chú ý điều kiện đường, thường xuyên quan sát khi lái, không được phép xao nhãng.	- Người đi bộ qua đường theo vị trí quy định nhưng không được điều khiển, hướng dẫn. - Người đi bộ đi ra phần xe chạy nhưng trước đó đã đi lại theo hướng khác, hoặc đi ra từ một nhóm người. - Người đi bộ chạy đến xe buýt hay lại đến trạm dừng xe buýt. - Xuất hiện ôtô chạy ngược chiều mà không được phép. - Thay đổi quỹ đạo của xe vượt. - Xe đi trước hãm phanh đột ngột.	0,8
3. Điều kiện đường: không rõ dấu hiệu của tai nạn xảy ra trước đó. Nhưng trong trường nhìn của lái xe có các đối tượng có thể gây nguy hiểm (đột ngột xuất hiện). Lái xe không có khả năng biết vị trí, thời điểm đã xảy ra tai nạn trước đây, đồng thời không biết được điều kiện phát sinh, tính chất và mức độ nghiêm trọng của tai nạn. Yêu cầu lái xe: chú ý đến điều kiện đường, không được lơ là, xao nhãng quan sát.	- Người đi bộ đi qua đường bất thình lình tại các đoạn không được phép đi ngang qua. - Không có tín hiệu tại chỗ giao nhau rẽ ngoặt. - Xuất hiện phương tiện giao thông khác lao ra đường tại nơi không được phép.	1,0
4. Điều kiện đường: đã có tai nạn giao thông xảy ra trước đó nhưng không có dấu hiệu về tai nạn. Nhưng trong trường nhìn của lái xe có các đối tượng có khả năng tạo ra sự cố nguy hiểm. Lái xe có thể không đủ khả năng xác định sớm vị trí, thời điểm và đặc trưng của tai nạn cần thiết để có giải pháp khắc phục. Yêu cầu đối với lái xe là phải luôn chú ý đến các điều kiện đường, không được lơ là quan sát.	- Người đi bộ xuất hiện đột ngột trên phần xe chạy tại đoạn không được phép qua đường. - Từ lề đường người đi bộ xuất hiện đột ngột. - Xuất hiện đột ngột của phương tiện giao thông trên phần xe chạy ở điểm dân cư. - Thay đổi quỹ đạo đột ngột của ôtô đi ngược chiều hay cùng chiều. - Xe đi trước hãm phanh mà không bật đèn báo hiệu với gia tốc 3 - 6m/s^2.	1,2
5. Điều kiện đường: đã có tai nạn xảy ra chứng minh khả năng tối thiểu phát sinh tai nạn. Lái xe không có khả năng xác định trước được vị trí, thời điểm xuất hiện nguy hiểm cũng như mức độ cần thiết để khắc phục tai nạn. Lái xe có thể lãng quên những vấn đề trên để xem xét các thiết bị, kiểm tra hành khách hay môi trường xung quanh để định hướng đường.	- Xuất hiện đột ngột người đi bộ hay xe cộ trên đường nằm ngoài điểm dân cư. - Xe đi trước hãm phanh nhưng không bật đèn báo hiệu với giảm tốc bằng 3m/s^2. - Phần xe chạy không bằng phẳng và xuất hiện các đối tượng không được báo trước (như người, súc vật, các đối tượng bất động).	1,4

(1)	(2)	(3)
6. Điều kiện đường: không phát sinh nguy hiểm ở dạng chướng ngại vật. Xe do lái xe điều khiển không cản trở đối với các phương tiện giao thông khác.	- Pha đèn tắt đột ngột - Đột ngột mở cửa xe, mở nắp đầu xe ở phía trước. - Đột ngột xuất hiện đèn pha của xe ngược chiều làm lái xe loá mắt. - Mở đèn vàng sau đèn xanh. - Hệ thống lái đột ngột gặp sự cố hoặc bộ phận điều khiển làm việc không được hiệu quả. - Hành khách can thiệp (bằng tay, chân) khi xe chạy.	0,6 0,8 1,0 1,2
7. Đánh giá lựa chọn tốc độ và khoảng cách. Lái xe đánh giá tình trạng và các điều kiện đường.	- Lái xe lựa chọn tốc độ theo điều kiện về tầm nhìn và hướng cho xe chạy. - Lái xe lựa chọn khoảng cách với xe đang chạy ở phía trước.	0,3

2.4. KHẢO SÁT CÁC TÌNH HUỐNG XẢY RA TAI NẠN GIAO THÔNG

Các trường hợp phổ biến thường xảy ra tai nạn đối với phương tiện vận tải bằng ôtô được nghiên cứu khảo sát là các tình huống sau:

- Ôtô đâm vào chướng ngại vật cố định trên đường (ví dụ như: dải phân cách, lan can, thanh chắn, hàng rào bê tông, cọc an ninh, biển báo, biển chỉ dẫn, cột điện, người đứng cạnh đường ...).

- Ôtô đâm vào người đi bộ băng qua đường hoặc đâm vào ôtô khác chạy theo hướng vuông góc.

- Ôtô đâm vào các phương tiện vật tải khác đi cùng chiều hay ngược chiều.

- Ôtô gây ra tai nạn trong điều kiện tầm nhìn bị hạn chế (do có bụi, sương mù, hoặc cho xe chạy vào lúc trời xẩm tối không đủ ánh sáng).

Các thông số tính toán được nêu trong mục 2.2 ở trên là những "chìa khoá kỹ thuật" để điều tra, đánh giá các tai nạn giao thông, đánh giá các hoạt động điều khiển của lái xe, đánh giá các điều kiện đường và môi trường xung quanh nơi xảy ra tai nạn giao thông. Nói một cách khác, những kết quả tính toán tại vị trí xảy ra tai nạn giao thông sẽ cho ta những kết luận tương đối chính xác các nguyên nhân xảy ra tai nạn tại các vị trí cụ thể trên đường. Sẽ chứng minh được những sai sót để gây ra tai nạn là do lái xe, do phương tiện vận tải (ôtô) hay do các điều kiện đường (bao gồm thiết kế các yếu tố hình học và tình trạng hiện hữu của mặt đường đang khai thác ...). Từ những kết luận dựa trên những luận cứ khoa học này sẽ giúp các nhà chuyên môn đưa ra được những giải pháp kỹ thuật hợp lý để ngăn ngừa tai nạn hoặc triệt tiêu được những tai nạn trầm trọng

có thể xảy ra, tăng khả năng an toàn giao thông cho các phương tiện vận tải có mặt trên đường.

Các tình huống xảy ra tai nạn giao thông được trình bày chi tiết như dưới đây:

2.4.1. Trường hợp ôtô đâm vào chướng ngại vật cố định

Trong trường hợp này, ta coi chướng ngại như là một đối tượng ngăn cản ôtô đang chạy, khi đó người lái xe phải vội vàng hãm phanh gấp.

Để xem xét khả năng mất an toàn này có phải do lỗi của lái xe thiếu tập trung chú ý hay do hệ thống hãm phanh hoạt động không hiệu quả ta thực hiện các bước:

- Đo trực tiếp trên đường khoảng cách của XGTN đến chướng ngại vật ở thời điểm xảy ra tai nạn để được trị số S_a.

- Tính toán chiều dài đoạn dừng xe của XGTN theo công thức (2.37) để xác định S_0.

- So sánh S_a và S_0 nếu:

+ $S_a \geq S_0$: điều này chứng tỏ lỗi do lái xe không chú ý để hãm xe đúng lúc hoặc hệ thống hãm phanh gặp sự cố nên gây ra tai nạn

+ $S_a < S_0$: điều này cho thấy, do khoảng cách phát hiện chướng ngại vật là quá ngắn so với điều kiện cho phép hãm phanh và tai nạn xảy ra là tất yếu.

Ví dụ 1: Một xe buýt chạy với tốc độ 60km/h sau một xe tải. Bỗng nhiên từ xe tải rơi xuống đường một thùng hàng cách xe buýt 30m (đo được từ thực tế). Xe buýt đâm vào thùng hàng và bị lật gây tai nạn. Cần xem xét nguyên nhân tai nạn có phải do lái xe và xác định khoảng cách an toàn giữa hai ôtô nối đuôi nhau.

Lời giải: Xác định chiều dài đoạn đường để xe buýt có đủ khả năng dừng lại trước chướng ngại vật (là thùng hàng hoá) theo công thức (2.37):

$$S_0 = \frac{V_a}{3,6}\left(t_1 + t_2 + 0,5t_3\right) + \frac{V_a^2}{26J_2}$$

Với $t_1 = 1,4s$; $t_2 = 0,2s$; $t_3 = 0,5s$; $J_2 = 4,5m/s^2$

Ta được:
$$S_0 = \frac{60}{3,6}\left(1,4 + 0,2 + 0,5 \times 0,5\right) + \frac{60^2}{26.4,5} = 61,6m$$

So sánh $S_0 = 61,6m > S_a = 30m$

Kết luận: Tai nạn xảy ra không thể tránh được là do khoảng cách từ xe buýt đến thùng hàng bị rơi là quá ngắn (30m) so với khả năng dừng xe khi hãm cần phải có một chiều dài đường 61,6m lớn hơn nhiều.

Thông qua ví dụ trên cho thấy rõ, muốn bảo đảm an toàn cho xe chạy thì khi thiết kế đường phải bảo đảm tầm nhìn một chiều tại bất cứ đoạn nào trên tuyến.

2.4.2. Trường hợp ôtô đâm vào người đi bộ hay đâm vào xe chạy theo hướng vuông góc

Tình huống này xảy ra khi ôtô đang chạy trên đường bỗng nhiên xuất hiện người đi bộ chạy băng qua phần xe chạy. Hoặc tại chỗ giao nhau tầm nhìn không đủ do bị che khuất khiến lái xe không nhận ra ôtô chạy theo hướng vuông góc và gây ra tai nạn.

Nghiên cứu tình huống này theo các trường hợp sau:

1- Trường hợp đến vị trí đâm xe hay xung đột nhưng XGTN không hãm phanh mà vẫn chạy với tốc độ V_a thì khoảng cách S_a của ôtô đến chướng ngại vật mà lái xe không hãm phanh được tính bằng:

$$S_a = \frac{S_n}{V_n} V_a, m \tag{2.42a}$$

Hay

$$S_a = \frac{V_a . t_n}{3,6}, m \tag{2.42b}$$

Trong đó: S_n, V_n, t_n: khoảng cách, tốc độ và thời gian đi của người đi bộ qua đường.

2- Trường hợp nếu lái xe vẫn thực hiện hãm xe mà vẫn xảy ra đâm xe hay xung đột thì ta kiểm tra khả năng an toàn bằng cách so sánh thời gian đi qua đường của người đi bộ với thời gian chạy xe của XGTN trong tình trạng hãm phanh chậm (không kịp thời).

Gọi t'_T - thời gian hãm phanh của XGTN trước lúc đâm xe,

t_n - thời gian của người đi bộ,

thì thời gian t'_T được tính toán như sau:

$$t'_T = \frac{V_a}{3,6 J_a} - \sqrt{\frac{2.S''_T}{J_a}}, s \tag{2.43}$$

So sánh t'_T với t_n nếu $t'_T < t_n$ có thể kết luận: tại thời điểm đâm xe thì XGTN không ở trong tình trạng hãm phanh. Khoảng cách cần thiết của XGTN được xác định:

$$S_a = \frac{V_a}{V_n} S_n - \left[\sqrt{\frac{V_a^2}{26 J_a}} - \sqrt{S_T} \right]^2, s \tag{2.44}$$

Với S''_T - khoảng cách cần khắc phục của XGTN, m.

Khi xảy ra đâm xe hay xung đột ở thời điểm XGTN dừng xe thì khoảng cách này được tính bằng công thức:

$$S_a = \frac{V_a}{V_n} S_n - \frac{V_a^2}{26 J_a}, s \tag{2.45}$$

Công thức (2.45) được rút ra từ công thức (2.44) với điều kiện $S''_T = 0$

Trường hợp $t_n \leq t'_T$ điều này có nghĩa là ở thời điểm phát sinh tai nạn nguy hiểm XGTN vẫn đang chạy ở trạng thái hãm phanh muộn, khoảng cách đẩy lùi XGTN sẽ là:

$$S_a = \frac{J_a}{2}\left[\frac{S_a}{V_n}3,6 + \sqrt{\frac{2S''_T}{J_a}}\right] - S''_T \text{ , m} \qquad (2.46)$$

Các công thức trên được tính với các trường hợp tai nạn giao thông xảy ra do XGTN đâm vào người đi bộ ở trước mũi xe (đầu xe). Nếu XGTN đâm vào người đi bộ ở bên cạnh xe (mép xe) thì từ trị số S_a vẫn được tính khoảng cách từ vị trí va chạm đến phần trên của XGTN. Khi tính quãng đường S_a sẽ xảy ra hai trường hợp.

$S_o < S_a$ - có nghĩa là, lái xe có đủ khả năng để ngăn chặn được tai nạn sẽ xảy ra.

$S_o \geq S_a$ - chứng tỏ không có sự can thiệp (hãm phanh) của lái xe đối với XGTN.

Ví dụ 2: Xem xét một trường hợp tai nạn giao thông xảy ra khi một ôtô chạy với tốc độ V_t = 53km/h đâm vào người đi bộ chạy qua đường với tốc độ 10,5km/h. Chiều dài vệt hãm phanh J_a = 3,9m/s^2. Khoảng cách của nạn nhân trong trường nhìn của lái xe S_n = 9m. Sau khi xảy ra đâm vào người đi bộ XGTN chạy tiếp được một đoạn đường dài S''_T = 14m.

Lời giải: Chiều dài dừng xe của XGTN bằng:

$$S_o = (t_1 + t_2 + t_3)\frac{V_a}{3,6} + S_n = (0,8 + 0,2 + 0,5)\frac{53}{3,6} + 24 = 46\text{m}$$

Khoảng cách thực tế của XGTN đến vị trí đâm xe tại thời điểm người đi bộ đi trong trường nhìn của lái xe là:

$$S_a = \frac{V_a}{V_n}S_n - \left[\sqrt{\frac{V_a^2}{26J_a}} - \sqrt{S_T}\right]^2 = 9.\frac{53}{10,5} - \left[\sqrt{\frac{53^2}{26.3,9}} - \sqrt{14}\right]^2 = 43,7\text{m}$$

Kết luận: $S_o > S_a$ nên lái xe không có khả năng dừng xe trước đường chạy ngang qua của người đi bộ tại thời điểm gây tai nạn.

2.4.3. Trường hợp ôtô đâm vào xe đi cùng chiều

Tình huống này xảy ra khi xe đi trước cùng chiều đột nhiên giảm tốc độ hoặc gặp phải loại phương tiện đi trước cùng chiều có tốc độ thấp (ví dụ: người đi xe đạp) khiến lái xe của xe sau buộc phải hãm phanh gấp. Ta xét hai trường hợp sau:

Trường hợp lái xe của XGTN xử lý hãm xe kịp thời để giảm tốc độ tránh đâm phải xe cùng chiều đang chạy ở phía trước. Khi đó:

$$S_a - S_n > T.\frac{(V_a - V_n)}{3,6} + \frac{(V_a - V_n)^2}{26J} \qquad (2.47)$$

Trong đó:

V_n, S_n - tốc độ và khoảng cách của xe đi trước;

V_a - tốc độ của XGTN trước khi bắt đầu hãm xe.

Trường hợp lái xe không có khả năng sử dụng phanh hãm để ngăn ngừa đâm phải xe đi cùng chiều. Khi đó:

$$S_a - S_n \leq T.\frac{(V_a - V_n)}{3,6} + \frac{(V_a - V_n)^2}{26J} \tag{2.48}$$

Nếu hiện tượng đâm xe này xảy ra trên đường có độ dốc dọc α^o thì các công thức (2.47) và (2.48) được điều chỉnh như sau:

$$S_a - S_n \cos\alpha <> T.\frac{(V_a - V_n \cos\alpha)}{3,6} + \frac{(V_a - V_n \cos\alpha)^2}{26J} \tag{2.49}$$

Như vậy, nếu lái xe của xe đi sau lựa chọn đúng khoảng cách với xe đi trước ứng với khoảng cách cho phép thì có khả năng ngăn ngừa tai nạn giao thông bằng cách hãm xe ở thời điểm xe đi phía trước bật đèn tín hiệu dừng xe.

Ví dụ 3: Một ôtô chạy trên đường có tốc độ V_a = 60km/h, trước ôtô có người đi xe đạp với tốc độ 12km/h đột nhiên bị ngã cách ôtô gây tai nạn S_n = 15m, ôtô sau khi đâm vào người đi xe đạp đã đi thêm một đoạn S''_T = 7m mới dừng lại.

Cần xem xét lái xe của XGTN có kịp sử dụng phanh hãm hay không?

Lời giải:

Tính với $J = 2,9m/s^2$, $t_1 = 1,2s$; $t_2 = 0,1s$; $t_3 = 0,15s$. Khoảng cách của ôtô XGTN đến vị trí đâm xe tại thời điểm xem xét bằng:

$$S_a = \frac{V_a}{V_n}S_n - \left[\sqrt{\frac{V_a^2}{26J}} - \sqrt{S_T}\right]^2 = \frac{60}{12}15 - \left[\sqrt{\frac{60^2}{26.2,9}} - \sqrt{7}\right]^2 = 57m$$

Hiệu số $S_a - S_n$ = 57 - 15 = 42m

42m là khoảng cách giữa ôtô và người đi xe đạp. Khoảng cách tối thiểu của ôtô và người đi xe đạp để đủ bảo đảm khi hãm xe đột ngột ôtô không đâm xe đạp bằng:

$$S_a^{min} = T.\frac{(V_a - V_n)}{3,6} + \frac{(V_a - V_n)^2}{26J} = 1,35\frac{(60-12)}{3,6} + \frac{(60-12)^2}{26.2,9} = 48,6m$$

Rõ ràng 42m < 48,6m nên lái xe không có khả năng hãm xe để ngăn ngừa tai nạn.

2.4.4. Trường hợp ôtô đâm vào xe đi ngược chiều

Khi hai xe đi ngược chiều thì trị số tính toán tốc độ và khoảng cách bằng tổng $(V_a + V_n)$ và $(S_a + S_n)$. Xét hai trường hợp:

a) Trường hợp lái xe có khả năng sử dụng hệ thống hãm để khắc phục đâm vào xe ngược chiều:

$$S_a + S_n + \frac{V_n^2}{26J} > T.\frac{(V_a + V_n)}{3,6} + \frac{(V_a + V_n)^2}{26J} \tag{2.50}$$

b) Trường hợp lái xe không đủ khả năng hãm xe để ngăn ngừa tai nạn:

$$S_a + S_n + \frac{V_n^2}{26J} \le T.\frac{(V_a + V_n)}{3,6} + \frac{(V_a + V_n)^2}{26J} \tag{2.51}$$

Trường hợp đâm xe xảy ra trên đường có độ dốc dọc α:

$$S_a + S_n \cos\alpha + \frac{(V_n \cos\alpha)^2}{26J} <> T.\frac{(V_a + V_n \cos\alpha)}{3,6} + \frac{(V_a + V_n \cos\alpha)^2}{26J} \tag{2.52}$$

Với $T = t_1 + t_2 + 0,5t_3$

Để tính toán được các công thức đưa ra ở trên ta cần phải xác định được thông số gia tốc giảm và thời gian t_2, t_3 (xem hình 2.4). Khi chưa có đủ số liệu thực nghiệm có thể sơ bộ tham khảo số liệu nghiên cứu ở nước ngoài, trong đó J và t_3 phụ thuộc vào tải trọng xe và hệ số bám của bánh xe với mặt đường được nêu trong bảng (2.2) dưới đây:

Bảng 2.2

Tổng tải trọng của ôtô, tấn	Hệ số bám φ													
	Chưa chất tải							Chất tải 50%						
	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Đến 3,5	5,7	5,7	4,9	3,9	2,9	2,0	1,0	5,1	5,1	4,9	3,9	2,9	2,0	1,0
Từ 3,5÷12	5,9	5,9	4,9	3,9	2,9	2,0	1,0	5,2	5,2	4,9	3,9	2,9	2,0	1,0
>12	6,2	5,9	4,9	3,9	2,9	2,0	1,0	5,4	5,4	4,9	3,9	2,9	2,0	1,0
	Trị số thời gian t_3 (xem hình 2.4) khi $t_2 = 0,2s$													
Đến 3,5	0,35	0,35	0,3	0,25	0,2	0,1	0,05	0,35	0,35	0,35	0,25	0,2	0,15	0,05
Từ 3,5÷12	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,6	0,6	0,55	0,45	0,35	0,25	0,15
>12	0,6	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,6	0,6	0,55	0,45	0,35	0,25	0,15

Bảng 2.2 *(tiếp theo)*

Tổng tải trọng của ôtô, tấn	Hệ số bám φ						
	Chất tải toàn bộ						
	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Đến 3,5	4,5	4,5	4,5	3,9	2,9	2,0	1,0
Từ 3,5÷12	4,5	4,5	4,5	3,9	2,9	2,0	1,0
>12	4,5	4,5	4,5	3,9	2,9	2,0	1,0
	Trị số thời gian t_3 (xem hình 2.4) khi t_2 = 0,2s						
Đến 3,5	0,35	0,35	0,35	0,3	0,25	0,15	0,1
Từ 3,5÷12	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,25	0,15
>12	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,25	0,15

Như vậy, việc phân tích, tính toán các trường hợp xảy ra tai nạn giao thông được trình bày chi tiết trong chương này giúp cho các cơ quan thiết kế cũng như cơ quan quản lý và khai thác đường ôtô, đường thành phố thấy rõ và xác định được các nguyên nhân xảy ra tai nạn tại các vị trí khảo sát là do điều kiện đường không đạt yêu cầu khi thiết kế và khai thác hay do lỗi của lái xe hoặc do trục trặc kỹ thuật của phương tiện vận chuyển (ôtô) để từ đó đưa ra các giải pháp kỹ thuật cho từng đối tượng cụ thể.

Nhận rõ đúng nguyên nhân xảy ra tai nạn giao thông và đưa ra những giải pháp xử lý hợp lý để thiết kế, cải tạo đường hay thay đổi phương án tổ chức giao thông sẽ tạo khả năng ngăn ngừa được các rủi ro cho xe chạy trên đường và nâng cao được an toàn giao thông.

Chương 3

KHẢO SÁT CÁC ĐIỀU KIỆN VỀ ĐƯỜNG

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ BÌNH ĐỒ TUYẾN ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Để nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố bình đồ đến an toàn xe chạy, chúng ta cần xem xét các vấn đề sau:

- Đối với các đường cong nằm: nghiên cứu ảnh hưởng của việc lựa chọn bán kính đường cong cùng các thông số của chúng như: chiều dài, góc ngoặt và mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong, độ cong của đường vòng, quan hệ giữa các bán kính cong kề liền, vị trí và tần suất bố trí các đường cong nằm trên bình đồ.

- Đối với các đoạn tuyến thẳng: xem xét ảnh hưởng của chiều dài các đoạn thẳng cũng như vị trí của chúng được thiết kế trên bình đồ; xem xét quan hệ giữa các đoạn thẳng và đường cong, tức là xem xét sự phối hợp giữa hai yếu tố này cùng khoảng cách tầm nhìn trên bình đồ đã ảnh hưởng như thế nào đến an toàn giao thông.

Dưới đây trình bày cụ thể từng vấn đề đã nêu ở trên:

3.1. ẢNH HƯỞNG CỦA TRỊ SỐ BÁN KÍNH ĐƯỜNG CONG NẰM ĐƯỢC LỰA CHỌN ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

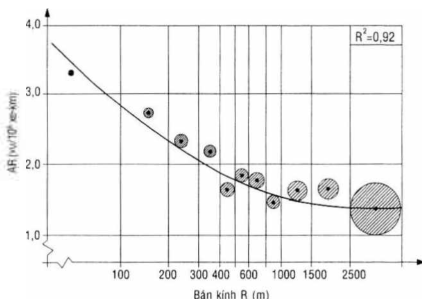
Thống kê của nước ngoài cho thấy số tai nạn giao thông xảy ra trên các đường cong thường chiếm 10 - 12% tổng số tai nạn giao thông gây ra do điều kiện đường.

Các số liệu nghiên cứu thống kê ở nhiều tuyến đường đang khai thác của nhiều tác giả trên thế giới đã xác nhận một quy luật chung là: đường được thiết kế và xây dựng với bán kính đường cong nằm càng nhỏ thì tai nạn xe chạy càng tăng. Có thể dẫn chứng cụ thể như sau:

Nghiên cứu của Coburn T.M. ở Anh cho thấy tai nạn giao thông tăng cao ở các đường cong có bán kính $R < 175$m và tại đường cong có góc ngoặt lớn số tai nạn phát sinh nhiều hơn so với đường cong có góc ngoặt nhỏ. Còn Wilson G.F. thì cho rằng các đường cong có bán kính $R < 170$m có số tai nạn cao gấp 5 lần so với đường cong có bán kính $R > 910$m. K.Rumar (Thụy Điển) đã phân tích 14000 tai nạn giao thông xảy ra trên 9000km đường hai làn xe đưa ra kết luận rằng, số tai nạn được giảm bớt cùng với bán

kính đường cong nằm tăng. Những nghiên cứu ở Pháp do Brenac T. trích dẫn đã chỉ ra rằng các tai nạn xảy ra trên đường cong tuỳ thuộc vào hai thông số của đường cong là trị số bán kính và chiều dài trên đường tang.

H.G. Krebs bà Kloeckner J.H. (CHLB Đức) cùng với Lamm. R. và Choueire E.M. (Mỹ) đã xác định (hình 3.1).



Hình 3.1

Các đường cong nằm có bán kính R < 200m thì số tai nạn xảy ra cao gấp 2 lần so với đường cong có bán kính R > 400m.

Bán kính R = 400m được coi là "ngưỡng an toàn theo những kết luận của P.Spacek thì số tai nạn/1 triệu xe - km trung bình (kí hiệu là $\overline{AR}$ - Accident Rate) ở đường cong có bán kính R < 350m cao hơn 5 lần so với đường cong có bán kính R > 400m. Trị số này bằng $\overline{AR} = 0,61$ vụ/10 triệu xe - km đối với các đường cong có bán kính trong phạm vi R = 200 - 350m, $\overline{AR} = 0,27$ với các đường cong nằm có bán kính lớn hơn (R = 400 - 600m) nghĩa là hệ số tai nạn giảm xuống. Tại Thuỵ Điển, trên cơ sở nghiên cứu đường ôtô có tốc độ giới hạn 90km/h người ta đã đưa ra kết quả giảm số tai nạn khi tăng bán kính đường cong nằm như dưới đây:

Bảng 3.1

Bán kính cong R từ ..., m	... đến, m		
	500	700	1500
300	0,25	0,35	0,45
500	-	0,20	0,30
700	-	-	0,20

Cũng vấn đề trên, số vụ tai nạn giao thông cho 1 triệu xe - km hành trình theo số liệu của F. Bitzl (CHLB Đức) phụ thuộc vào bán kính cong nằm như dưới đây:

Bảng 3.2

R,m	>2000	1000-2000	750-1000	500-750	125-250	<125
AR (vụ/10^6 xe - km)	1,65	1,52	1,96	1,86	4,44	12,12

Ở vùng núi do địa hình khó khăn thường phải xây dựng đường ôtô có nhiều đường cong nằm bán kính nhỏ buộc lái xe phải cho xe chạy với tốc độ thấp nên số vụ tai nạn có giảm hơn so với đường ôtô ở vùng đồng bằng có cùng một trị số bán kính. Số liệu đưa ra dưới đây được A.P.Vaxiliev (Nga) nghiên cứu đối với đường vùng núi đã chứng minh điều này.

Bảng 3.3

R,m	50	150	200	250	500	1000
AR (vụ/10^6 xe - km)	3,2	2,8	1,6	0,9	0,8	0,4

Những quan trắc xe chạy trên các đường cong ở nước ngoài cho thấy điều kiện xe chạy trên đường cong có bán kính R = 2000m thực tế không khác với điều kiện xe chạy trên đường thẳng. Vì thế để xét ảnh hưởng tương đối của bán kính đường cong trên bình đồ có các trị số khác nhau người ta chọn hệ số ảnh hưởng ứng với R = 2000m bằng 1. Từ đó có các hệ số ảnh hưởng tương đối của các bán kính đường cong khác nhau là:

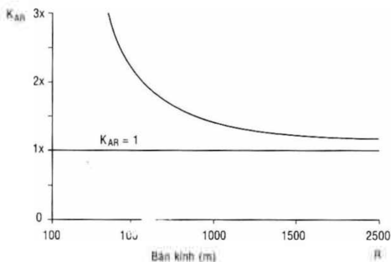
Bảng 3.4

R, m	≤ 50	100-150	200-300	400-600	600-1000	1000-2000	> 2000
Hệ số ảnh hưởng của đường cong	10	5,4 - 4,6	2,35	1,6	1,4	1,25	1

Trên cơ sở của nhiều số liệu nghiên cứu khác nhau, Bộ Giao thông vận tải Liên hiệp Anh đã lập quan hệ giữa hệ số thay đổi số vụ tai nạn KAR với bán kính đường cong nằm R. Quan hệ này cho thấy hệ số này tăng nhanh khi bán kính đường cong nằm R < 300m và được trình bày trên hình 3.2.

Tóm lại, từ những kết quả được nghiên cứu và công bố của nhiều nước cho thấy mức độ nguy hiểm cho xe chạy sẽ xảy ra khi thiết kế đường cong nằm có bán kính nhỏ. Trị số tai nạn giao thông (số vụ/ 10^6 xe - km) tăng mạnh thuộc các nhóm đường cong nằm có bán kính R ≤ 200m. Khả năng giảm an toàn xe chạy cũng thường xảy ra đối với

đường cong có bán kính trong phạm vi R = 200 ÷ 400m và khi R > 400m thì kết quả quan trắc thực tế cho thấy số vụ tai nạn giao thông có giảm nhưng không đáng kể. Điều này được chứng minh bằng những nghiên cứu của Knoflacher. H. (Đức) chỉ ra rằng, với các đường cong nằm có bán kính đến 800m thì tai nạn đụng xe chủ yếu là do mặt đường bị ẩm ướt gây ra.



Hình 3.2

Tuyến đường xây dựng có nhiều đường cong nằm với bán kính cong càng nhỏ thì mức độ an toàn xe chạy càng giảm, nhất là khi xe chạy với tốc độ cao và mặt đường lại bị ẩm ướt, nhiều bụi bẩn. Vì thế, theo quan điểm nâng cao an toàn giao thông thì khi thiết kế bình đồ tuyến đường ôtô chúng ta cần tăng tối đa trị số bán kính đường cong nằm trong điều kiện có thể của địa hình, địa chất, cố gắng tránh sử dụng các bán kính tối thiểu cho phép được nêu trong quy trình ứng với mỗi cấp đường. Điều này càng phải được chú ý khi thiết kế các đường ôtô, đường đô thị cấp cao.

3.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CHIỀU DÀI ĐƯỜNG CONG, ĐỘ CONG, MỨC ĐỘ THAY ĐỔI GÓC NGOẶT (GÓC CHUYỂN HƯỚNG) CỦA ĐƯỜNG CONG NẰM

Ảnh hưởng của các đường cong nằm được thiết kế trên bình đồ đến an toàn xe chạy bao gồm trị số bán kính lựa chọn và các yếu tố khác của đường cong như:

- Chiều dài đường cong L bao gồm chiều dài đường tròn cơ bản K_i và chiều dài các đường cong chuyển tiếp L_i ($L = \Sigma K_i + \Sigma L_i$) (Trong trường hợp chỉ có đường tròn cơ bản thì L = K, còn trường hợp đường cong chỉ bao gồm kết hợp các đường cong chuyển tiếp thì $L = \Sigma L_i$).

- Độ cong của đường cong tròn DC (Degree of curve): biểu thị mức độ thay đổi đường cong phụ thuộc vào đường kính đường tròn lựa chọn R. Khi lựa chọn trị số bán kính đường cong tròn càng lớn thì độ cong này càng nhỏ.

- Việc phối hợp thiết kế giữa đường cong tròn cơ bản với các đường cong chuyển tiếp hoặc kết hợp trực tiếp các đường cong chuyển tiếp với nhau sẽ làm cho góc ngoặt (tạo nên bởi giao điểm của các đường cong) sẽ thay đổi. Mức độ biến đổi độ ngoặt của các đường cong này (ký hiệu là CCR_S - Curvature Change Rate) sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình thay đổi của tốc độ khai thác. Do đó, trị số biến đổi góc ngoặt đường cong CCR_S càng nhỏ thì tốc độ xe chạy khai thác càng tăng và càng nâng cao được an toàn xe chạy; ngược lại, đường cong có trị số biến đổi góc ngoặt lớn thì khả năng mất an toàn xe chạy tăng lên.

Để khảo sát ảnh hưởng của các nhân tố này đến mức độ an toàn cho xe chạy trước tiên chúng tôi xin giới thiệu với bạn đọc các xác định các trị số đường cong (DC) và mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong (CCR_S)

3.2.1. Xác định mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong CCR_S

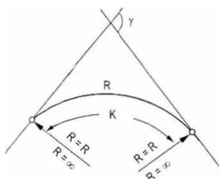
Tại mỗi một đường cong mức độ thay đổi độ ngoặt CCR_S được xác định như sau:

1- Đối với đường cong đơn có bán kính R và chiều dài đường cong K (xem hình 3.3).

$$CCR = \frac{\frac{K}{R} \times 63,7 \times 10^3}{K}, \text{(gon/km)} \qquad (3.1)$$

Trong đó:

Góc ngoặt $|\gamma| = \frac{K}{R}$, độ, hoặc $|\gamma| = \frac{K}{R} \times 63,7$, gon (3.2)



Hình 3.3

(gon - là đơn vị đo góc trong hệ bách phân, được sử dụng phổ biến ở các nước Châu Âu. Trong hệ bách phân, một vòng tròn được chia thành 400gon (thay vì 360° hay 2π rad), 1 gon = 0,9° hay 63,7 gon = $\frac{400°}{2\pi}$)

K - chiều dài đường cong, m

Đối với 1 đoạn đường cong nằm cùng một phía thì:

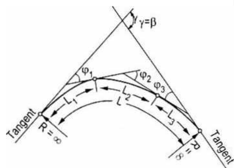
$$CCR = \sum \frac{|\gamma_i|}{L}, \text{(gon/km)} \qquad (3.3)$$

Trong đó:

γ_i - góc ngoặt của đường cong i, gon;

L - chiều dài của các đường cong tròn có trong đoạn, m.

2- Trường hợp tổng quát: khi có 3 đường cong bất kỳ có chiều dài L_1, L_2, L_3 kết hợp liên tiếp với nhau ứng với các góc ngoặt φ_1, φ_2, φ_3 và góc ngoặt chung là γ thì hệ số CCR_S được xác định theo công thức (xem hình 3.4).



Hình 3.4

$$CCR_S = \frac{|\gamma|.63700}{L}, \text{(gon/km)} \quad (3.4)$$

$$\text{Hay } CCR_S = \frac{(|\varphi_1| + |\varphi_2| + |\varphi_3|).63700}{L} \quad (3.4a)$$

Với $L = L_1 + L_2 + L_3$, m.

Trường hợp phối hợp đường cong tròn có bán kính R với hai đường cong clothoid không đối xứng có các thông số A_1 và A_2.

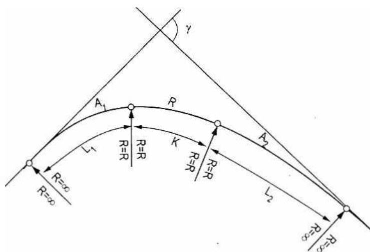
Từ hình 3.5 cho thấy:

$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R} + \frac{K}{R} + \frac{L_2}{2R} \quad (3.5)$$

Nên

$$CCR_S = \frac{\left(\frac{L_1}{2R} + \frac{K}{R} + \frac{L_2}{2R}\right).63,7.10^3}{(L_1 + K + L_2)}, \text{(gon/km)}; \quad (3.6)$$

Trong đó: K, L_1, L_2 - chiều dài đường cong tròn và hai đường clothoid, m



Hình 3.5

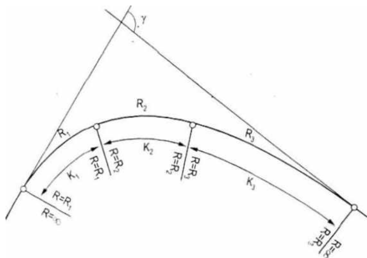
4. Trường hợp đường cong phối hợp 3 bán kính R_1, R_2, R_3 (xem hình 3.6)

Ta có
$$CCR_4 = \frac{\left(\frac{K_1}{R_1} + \frac{K_2}{R_2} + \frac{K_3}{R_3}\right).63,7.10^3}{(K_1 + K_2 + K_3)}, \text{(gon/km)} \quad (3.7)$$

Trong đó:

R_1, R_2, R_3 - bán kính của 3 đường cong liên tiếp, m;

K_1, K_2, K_3 - chiều dài của 3 đường cong tương ứng, m.



Hình 3.6

5. Trường hợp hai đường cong tròn ($R_1 > R_2$) phối hợp nằm giữa hai đường cong clothoid ở hai đầu và một đường cong clothoid chêm ở giữa (xem hình 3.7).

Khi đó
$$|\gamma| = \frac{L_1}{2R_1} + \frac{K_1}{R_1} + \frac{A_E^2}{2R_1^2} - \frac{A_E^2}{2R_1^2} + \frac{K_2}{R_2} + \frac{L_2}{2R_2} \quad (3.8)$$

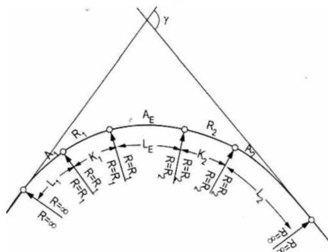
Và
$$CCR_5 = \frac{\left(\frac{L_1}{2R_1} + \frac{K_1}{R_1} + \frac{A_E^2}{2R_1^2} - \frac{A_E^2}{2R_1^2} + \frac{K_2}{R_2} + \frac{L_2}{2R_2}\right).63,7.10^3}{(L_1 + K_1 + L_E + K_2 + L_2)} \quad (3.9)$$

Trong đó:

K_1, K_2 - chiều dài của hai đường cong, m;

A_1, A_2, A_E - thông số của đường cong clothoid ở hai đầu và ở giữa, m;

L_1, L_2, L_E - chiều dài của đường cong chuyển tiếp ở hai đầu và giữa, m.



Hình 3.7

6. Trường hợp trên các đoạn thẳng: Do R = ∞

$$CCR_S = 0 \text{ (gon/km)}$$

3.2.2. Xác định độ cong DC (degree of curve)

Hệ số thay đổi độ ngoặt của đường cong CCR_S là thông số thiết kế đưa ra ở CHLB Đức. Tại Mỹ thông số được đề nghị là độ cong DC xác định bằng công thức sau:

$$DC_{ft} = \frac{360°}{2\pi R} = \frac{5729,6}{R}, \left(\frac{\text{Độ}}{100\text{ft}}\right) \quad (3.10)$$

Hay:
$$DC_m = \frac{63,700}{R}, \text{ (gon/km)} \quad (3.11)$$

Trong đó: R - bán kính đường cong (ft hay m)

Từ:
$$CCR_S = \frac{\left(\frac{K}{R}\right)63,7}{L}, \text{ (gon/km)}$$

Với K chiều dài đường cong tròn (m) và L = K/1000 (km) ta được:

$$CCR = \frac{63700}{R}, \text{ (gon/km)}$$

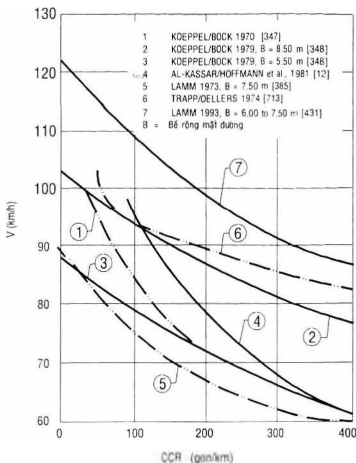
Với R tính bằng mét, ta có thể chuyển đổi hay tìm sự tương quan của hai hệ số này theo các biểu thức sau:

$$DC_{ft}\left(\frac{\text{Độ}}{100ft}\right).36,5 = CCR\left(\frac{gon}{km}\right); \tag{3.12}$$

Hay: $$DC_{m}\left(\frac{\text{Độ}}{100m}\right).11,13 = CCR\left(\frac{gon}{km}\right). (1ft = 0,3084m) \tag{3.13}$$

3.2.3. Ảnh hưởng của mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong CCR_S đến an toàn xe chạy

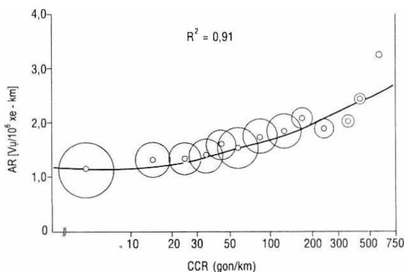
Rất nhiều công trình nghiên cứu của các tác giả khác nhau ở các nước về ảnh hưởng của các thông số của đường cong đến những hành vi ứng xử của lái xe khi đang điều khiển cho xe chạy trên đường. Trong số đó đã khảo sát mối quan hệ giữa mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong CCR_S đến tốc độ xe chạy cũng như quan hệ của thông số này đến mức độ an toàn xe chạy thông qua số vụ tai nạn trên 1 triệu xe - km hành trình (AR).



Hình 3.8

Trên hình 3.8 biểu thị mối quan hệ giữa các trị số CCR với tốc độ xe chạy. Đây là những kết quả nghiên cứu tại CHLB Đức của Koepeel G., H. Bock trong 10 năm (1970 - 1979), Lamn R., Trapp K.H. Từ biểu đồ cho thấy, nói chung tốc độ xe chạy giảm nhanh khi mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong tăng lên từ CCR = 100 - 400 gon/km.

Đồng thời, ảnh hưởng của sự thay đổi độ ngoặt của đường cong CCR đến mức độ an toàn giao thông đã được H.G.Krebs và J.H. Kloeckener thể hiện qua mối quan hệ giữa chỉ số AR (số vụ tai nạn/ 10^6 xe - km) với chỉ số CCR (xem hình 3.9) cho thấy cùng với trị số CCR tăng số tai nạn cũng tăng, đặc biệt là khi CCR > 500 gon/km và trong phạm vi giữa CCR < 10 gon/km và CCR > 500 gon/km thì số vụ tai nạn tăng gấp hai lần.



Hình 3.9

Từ những kết quả nghiên cứu về mối quan hệ giữa tốc độ xe và mức độ nguy hiểm cho xe chạy với sự thay đổi của độ ngoặt các đường cong CCR trên nhiều tuyến đường hiện hữu đang được khai thác ở các nước khác nhau mà người ta đã đưa ra tiêu chuẩn an toàn giao thông dựa vào tiêu chuẩn này để đánh giá chất lượng thiết kế tuyến cũng như chất lượng cấu tạo các tuyến đường (phần này sẽ được trình bày ở chương sau)

3.2.4. Ảnh hưởng của độ cong trên đường vòng đến an toàn xe chạy

Khi vạch tuyến trên bình đồ, nhất là thiết kế đường ôtô ở vùng núi do địa hình khó khăn người thiết kế thường phải áp dụng đường cong bán kính nhỏ với góc ngoặt lớn. Trong trường hợp này thường gây nguy hiểm cho lái xe và đường cong có góc ngoặt càng lớn (tức là góc ở tâm càng lớn) bán kính cong thiết kế càng nhỏ thì khả năng mất an toàn giao thông càng cao. Theo Pfunat, K. (CHLB Đức) thì tại những đường cong nằm riêng lẻ có góc ở tâm lớn hay bán kính đường cong nhỏ thì rất nguy hiểm. Tai nạn

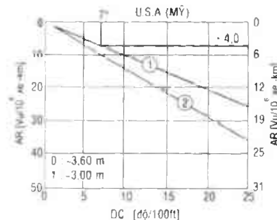
dễ xảy ra tại khoảng giữa đường cong với góc ở tâm có trị số trong phạm vi từ 13,5° đến 36° là do lái xe thường có hành vi cho xe cắt chéo đường cong để có chiều dài xe chạy ngắn nhất, vì thế dễ đâm phải xe đang đi ngược chiều mà cả hai lái xe đều không kịp xử lý do tình huống bất ngờ xảy ra.

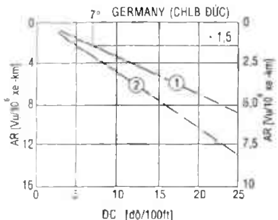
Kết quả nghiên cứu của TS. L.P.Vidugirix (Nga) về chế độ xe chạy trên các đường cong và trên các đoạn thẳng cho biết: đường cong nằm có bán kính là 600m được coi là trị số tối thiểu, khi đó điều kiện xe chạy thực tế sẽ không khác so với khi xe chạy trên đường thẳng. Và ở các đường cong có bán kính nhỏ hơn, lái xe bắt đầu có ý muốn cho xe đi cắt đường cong để có được quỹ đạo ngắn nhất.

Để xem xét mức độ an toàn khi lựa chọn bán kính đường cong ở Mỹ (NewYork) đã đưa ra thông số về độ cong DC (Degree of curve) như đã trình bày chi tiết trong mục 3.2.2 ở trên.

Theo cách đánh giá này thì đường cong nằm thiết kế có độ cong DC càng nhỏ thì càng an toàn cho xe chạy. Bởi từ công thức đã cho ta thấy rõ bán kính đường cong nằm lựa chọn càng lớn thì độ cong DC càng nhỏ và xe chạy càng an toàn.

Trên cơ sở nghiên cứu về tai nạn giao thông Mỹ và CHLB Đức đã lập toán đồ quan hệ giữa độ cong DC của đường cong tròn với số vụ tai nạn trên 1 triệu xe - km AR (xem hình 3.10 và hình 3.11) cho đường hai làn xe với bề rộng phần xe chạy khác nhau.





1 dặm (1 mile) = 1,609 km; 1ft = 0,3048m

Hình 3.10 ***Hình 3.11***

Đối chiếu hai toán đồ được lập của hai nước khác nhau cho ta thấy có cùng một trị số độ cong DC và phần xe chạy có bề rộng tương đương nhưng số vụ tai nạn cho 1 triệu xe - dặm ở hai nước lại có trị số khác nhau. Ví dụ: Với bề rộng phần xe chạy B ≥ 3,25 - 3,75m và cùng trị số DC = 10 thì số vụ tai nạn AR ở Mỹ bằng 10, còn của Đức thì AR = 3 vụ/10^6 xe - dặm. Sự khác nhau này phản ánh thực trạng giao thông ở mỗi nước

(bao gồm mạng lưới đường xá, phương tiện giao thông, lưu lượng, mật độ, tốc độ, điều kiện địa hình...) có khác nhau.

Giữa độ cong DC của đường cong nằm với số vụ tai nạn AR có mối quan hệ được xác lập theo các công thức dưới đây:

- Đối với đường có bề rộng làn B = 3,6m:

$$AR = -0,341 + 0,672.DC \quad (3.14)$$

Với độ cong DC thay đổi từ 1° đến 4°

- Đối với đường có bề rộng làn B = 3,0m:

$$AR = -0,639 + 0,946.DC \quad (3.15)$$

Với độ cong DC thay đổi từ 2,3° đến 26°9

- Đối với đường có bề rộng làn B = 3,3m:

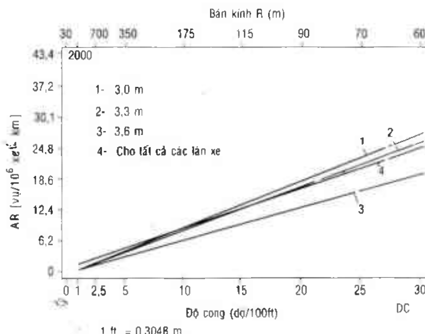
$$AR = -0,161 + 0,859.DC \quad (3.16)$$

Với độ cong DC thay đổi từ 1,8° đến 19°

- Cho tất cả các làn xe:

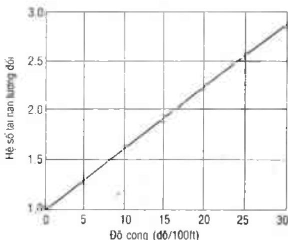
$$AR = -0,55 + 0,881.DC \quad (3.17)$$

Trên hình (3.12) thể hiện mối quan hệ bậc nhất giữa thông số độ cong DC và mức độ tai nạn AR theo các công thức từ (3.14)đến (3.17) ở trên. Biểu đồ cho thấy làn xe có bề rộng B = 3,6m có số vụ tai nạn xảy ra thấp hơn cả.



Hình 3.12

Ngoài ra trên hình (3.13) thể hiện quan hệ giữa độ cong DC với mức độ tai nạn tương đối. Ví dụ trên đường thẳng tương ứng với độ cong DC = 15 độ/100ft mức độ tai nạn tương đối sẽ bằng 1,9 nghĩa là mức độ nguy hiểm tăng gần gấp đôi.



Hình 3.13

Đối với một đường cong nằm có góc ngoặt là γ và chiều dài đường cong là L thì độ cong DC của đường cong này có quan hệ với các thông số trên của nó theo công thức sau:

$$DC = \frac{\gamma}{0,01L}\left(\frac{\text{Độ}}{100\text{ft}}\right) \quad (3.18a)$$

Hay

$$DC = \frac{\gamma}{0,0328L}\left(\frac{\text{Độ}}{\text{mét}}\right) \quad (3.18b)$$

Các công thức (3.18a) và (3.18b) cho thấy độ cong DC tỷ lệ thuận với góc ngoặt γ và tỷ lệ nghịch với chiều dài đường cong. Điều này cũng có nghĩa là, nếu chúng ta thiết kế đường cong có bán kính lớn và góc ngoặt nhỏ sẽ đồng nghĩa với khả năng tăng an toàn cho xe chạy.

3.3 ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC LỰA CHỌN CÁC BÁN KÍNH ĐƯỜNG CONG NẰM KỀ LIỀN ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Để bảo đảm cho xe chạy an toàn thì khi vạch tuyến trên bình đồ chúng ta không được tuỳ tiện lựa chọn các bán kính của các đường cong nằm kề liền, mặc dù trong thực tế sẽ gặp khó khăn do điều kiện địa hình.

Dưới đây là các trường hợp thiết kế các đường cong nằm kề liền sẽ gây nguy hiểm cho xe chạy, đó là:

a) Đường cong có bán kính lớn cạnh đường cong có bán kính nhỏ;

b) Đường cong có bán kính lớn nằm kẹp giữa hai đường cong có bán kính nhỏ;

c) Đường cong có bán kính nhỏ nằm kẹp giữa hai đường cong có bán kính lớn;

d) Các đường cong có bán kính lớn và nhỏ liên tiếp đặt cạnh nhau.

Những trường hợp thiết kế trên đều làm cho lái xe không kịp xử lý tăng hay giảm tốc độ khi xe đang đi trên đường cong có bán kính lớn với tốc độ cao phải đột ngột giảm tốc độ cho phù hợp với đường cong bán kính nhỏ kề liền và ngược lại.

Chênh lệch tốc độ quá lớn giữa các đường cong bố trí kề liền khiến lái xe không đủ khả năng xử lý chính xác tình huống xảy ra là nguyên nhân xảy ra các tai nạn giao thông.

Vì vậy, với quan điểm nâng cao an toàn xe chạy các quy trình thiết kế đường ôtô đều quan tâm và quy định chặt chẽ về chênh lệch tốc độ cho phép ΔV trên các đường cong. Ví dụ: Quy trình thiết kế đường của Việt Nam TCVN 4054 - 98 (cũ) quy định các đường cong có bán kính tối thiểu phải bao hai bên bằng các đường cong nằm tối thiểu thông thường, còn theo tiêu chuẩn thiết kế mới TCVN 4054 - 2005 lại quy định: các bán kính đường cong nằm kề nhau không lớn hơn 2 lần. Cùng với quy trình trên, hiện nay nước ta còn tồn tại song song quy trình "Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô" (Specification for Road design) 22TCN273- 01, cũng quy định nguyên tắc giảm tốc độ thiết kế đến mức cho phép trên các đoạn đường cong riêng lẻ so với tốc độ thiết kế tổng thể của đường là ΔV = 10km/h (và không bao giờ vượt quá 20km/h).

Cũng nghiên cứu sâu sắc vấn đề trên Giáo sư V.F.Babcov (Nga) đã đưa ra các thang về an toàn khi thiết kế các đường cong nằm như sau:

"Các đường cong an toàn" khi chênh lệch tốc độ xe chạy trên chúng $\Delta V < 20\%$

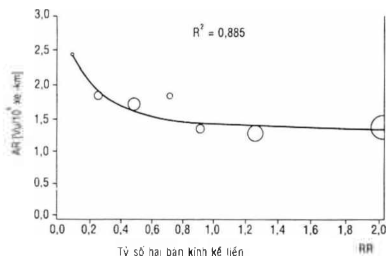
"Các đường cong tương đối an toàn" khi chênh lệch tốc độ xe chạy giữa chúng ΔV=20-40%

"Các đường cong nguy hiểm" khi chênh lệch tốc độ xe chạy giữa chúng ΔV = 40 - 60%

"Các đường cong rất nguy hiểm" khi chênh lệch tốc độ xe chạy giữa chúng $\Delta V > 60\%$

Nghiên cứu về tương quan giữa hai bán kính đường cong nằm kề liền, trong tài liệu "Mối liên quan giữa an toàn giao thông và các yếu tố thiết kế" (Relationship between traffic Safety and Design elements) Leutzbach W. và J. Zoellmer (CHLB Đức) năm 1989 đã xem xét tỷ lệ giữa bán kính đường cong nằm cần khảo sát và bán kính của đường cong kề liền ở phía trước và đưa đến kết luận:

Khi tỷ số RR (Curve Radii Ratio) giữa 2 đường cong $RR = \frac{RR_{khảo\ sát}}{RR_{trước}} < 0{,}8$ thì số tai nạn giao thông sẽ tăng gấp đôi so với khi RR > 0,8. Kết quả nghiên cứu này được thể hiện trên hình (3.14).



Hình 3.14

Vì vậy, nếu thiết kế phối hợp không tốt giữa hai đường cong kề liền có bán kính nhỏ sẽ gây khó khăn cho việc bảo đảm an toàn cho xe chạy, do lái xe phải luôn thay đổi tốc độ, khi tăng tốc, khi giảm tốc hoặc hãm xe khiến thần kinh căng thẳng và mệt mỏi. Cụ thể như, theo kết quả nghiên cứu của B.X. Murtarinưi (Nga) thì khi phối hợp hai đường cong ngược chiều có tỷ số bán kính $\frac{R_1}{R_2} < 1,3$ thì phần lớn tốc độ của xe con chạy trên đường cong sau lớn hơn tốc độ trên đường cong trước, tốc độ xe giảm tại đường cong thứ nhất khi $\frac{R_1}{R_2} = 1,75$ và giảm tại đường cong thứ hai khi $\frac{R_1}{R_2} = 1,45$.

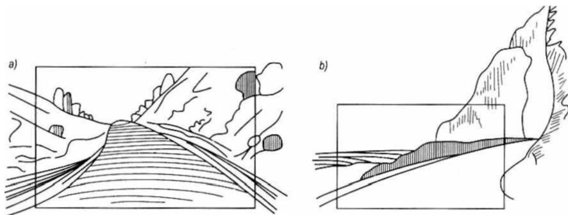
Từ những phân tích trên sẽ dẫn đến việc phân định giới hạn phối hợp thiết kế giữa hai bán kính cong kề liền theo quan điểm an toàn giao thông. Vấn đề này sẽ được trình bày chi tiết ở phần sau.

3.4. ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC BỐ TRÍ VÀ TẦN SỐ BỐ TRÍ CÁC ĐƯỜNG CONG TRÊN BÌNH ĐỒ ĐẾN AN TOÀN GIAO THÔNG.

Đối với đường cong nằm trên bình đồ thì ngoài những yếu tố thiết kế cơ bản của mỗi đường cong ảnh hưởng đến an toàn xe chạy như trị số bán kính R, độ cong DC, góc ngoặt và sự biến đổi của góc ngoặt CCR, tỷ số giữa hai bán kính kề liền RR thì vị trí của mỗi đường cong trên bình đồ và tần số bố trí chúng cũng ảnh hưởng không kém phần quan trọng đến an toàn giao thông.

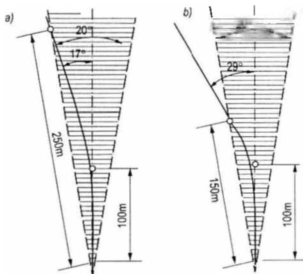
Vì trong quá trình cho xe chạy lái xe chỉ tập trung quan sát ở phía trước trong một phạm vi "chữ nhật tầm nhìn rõ nét" cách mắt 50cm có kích thước 10×16cm khi góc ngoặt γ không vượt quá 20°.

Đi trên đường cong bán kính lớn "chữ nhật tầm nhìn rõ nét" của lái xe hầu như bao trùm cả đoạn tuyến trước mắt; do có tầm nhìn tốt lái xe yên tâm và tin tưởng điều khiển xe một cách nhẹ nhàng (xem hình 3.15) còn khi đi vào đường cong bán kính nhỏ với góc ngoặt lớn thì "chữ nhật tầm nhìn rõ nét" của lái xe không thể bao trùm cả đoạn tuyến trước mắt khiến lái xe chỉ nhìn thấy một phần của tuyến do tầm nhìn xấu (hình 3.15b)



Hình 3.15: *Chữ nhật tầm nhìn rõ nét ứng với các hướng đường khác nhau*
a. Điều kiện tầm nhìn tốt; b. Điều kiện tầm nhìn xấu.

Các tác giả M.B.Aphanasev (Nga) Taylor và Footdy (Mỹ) đã cùng đưa ra kết luận: góc ngoặt an toàn có trị số giới hạn là 20°. Do đó, các đường cong có các góc ngoặt γ khác nhau sẽ có khoảng cách tầm nhìn rõ cũng sẽ khác nhau. Cụ thể đường cong có góc ngoặt γ=17° thì tầm nhìn rõ có khoảng cách s = 250m (hình 3.16a) và γ = 29° thì khoảng cách tầm nhìn rõ của lái xe chỉ còn s = 150m (xem hình 3.16b). Do đó, các đường cong được bố trí tại những góc ngoặt càng lớn thì trường nhìn của lái xe càng bị thu hẹp và nguy cơ mất an toàn xe chạy càng tăng.



Hình 3.16: *Ảnh hưởng của góc ngoặt đến khoảng cách tầm nhìn trên đường cong bán kính 170m*
a) Góc ngoặt 17°, đường cong bảo đảm tầm nhìn trong phạm vi góc nhọn 20° ở khoảng cách 250m;
b) Góc ngoặt 29°, đường cong bảo đảm tầm nhìn trong phạm vi góc nhọn 20° ở khoảng cách 150m

Vị trí đặt đường cong trên các đường có độ dốc dọc cũng dễ xảy ra tai nạn giao thông do biến dạng không gian tạo nên cảm thụ thị giác sai lệch quang học của lái xe khi nhìn và đánh giá không đúng về đường cong. Tai nạn cũng có thể xảy ra trong trường hợp khi xe vừa đi vào đường cong lại vừa xuống dốc mà xe bị hỏng phanh (ví dụ tai nạn đã xảy ra tại nút giao thông Tam Hiệp (Đồng Nai) trên quốc lộ 1A và trên nhiều đoạn đường cong qua đèo (đèo Hải Vân, các đèo trên các quốc lộ vùng núi ...).

Nghiên cứu của CHLB Đức về các tai nạn xảy ra trên các đường trục tại các đường cong đặt ở các đoạn có độ dốc dọc cho kết quả như sau:

Bảng 3.5

Bán kính đường cong R, m	>4000	3000-4000	2000-3000	1000 -2000	400-1000
AR (vụ/10^6 xe-km) khi:					
$i_d < 2\%$	28	42	40	50	73
$i_d = 2 - 4\%$	20	25	20	70	106
$i_d = 6 - 8\%$	132	155	170	200	233

Từ số liệu trong bảng (3.5) cho thấy số vụ tai nạn trên đường cong nói chung tăng khi độ dốc dọc tăng. Đặc biệt ở các đường cong bán kính nhỏ (R = 400 - 1000) thì tai nạn tăng lên đáng kể.

So sánh số vụ tai nạn xảy ra trên các đường cong bán kính nhỏ tại các đường trục ở Đức trước đây cho thấy với độ dốc dọc $i_d = 2 - 4\%$ thì số vụ tai nạn xảy ra ở các đường cong bán kính nhỏ tăng cao nhất (k = 5,3 lần) và tai nạn xảy ra ít hơn cả khi độ dốc dọc tăng đến 6 - 8% (k = 1,76 lần) (xem bảng 3.6). Điều này có thể được giải thích là do khi đi trên đường cong có độ dốc dọc lớn thì dù đường cong có bán kính nhỏ hay bán kính lớn số tai nạn giao thông (vụ/10^6 xe - km) đều cao nên tỷ số k có trị số nhỏ. Ngược lại, trên đường cong có độ dốc dọc vừa phải thì số tai nạn chỉ tăng cao ở các đường cong có bán kính nhỏ mà thôi.

Bảng 3.6

Độ dốc dọc i_d, % / Tỷ lệ tai nạn	< 2	2 - 4	6 - 8
$k = \frac{AR_{(R>4000m)}}{AR_{(R=400-1000m)}}$	2,6	5,3	1,7

Nghiên cứu về tần số bố trí đường cong (hay mật độ đường cong - số đường cong trên 1km đường) ở Mỹ cho thấy, đối với các đường cong bán kính lớn thì ảnh hưởng của tần

số bố trí chúng đến an toàn xe chạy là không đáng kể, nhưng đối với các đường cong bán kính nhỏ thì ảnh hưởng này cần được xét, đó là các bán kính có trị số R < 500 - 600m

Mặt khác, theo các kết quả quan trắc của Pfundt, K. (Đức) về tình hình tai nạn giao thông trên đường hai làn xe cũng như kết luận của Giáo sư V.f.Babcov (Nga) thì tại các đoạn có bố trí nhiều đường cong có bán kính nhỏ liên tiếp lại ít nguy hiểm hơn so với một đường cong đơn độc xuất hiện trên đoạn thẳng dài. Chúng ta có thể nhận ra hai vấn đề trên bằng số liệu của Mỹ nêu trong sổ tay hướng dẫn thiết kế đường về số tai nạn (vụ/10^6 xe - km). Quan hệ giữa trị số bán kính đường cong nằm R và tần số bố trí đường cong (số đường cong/1km) như dưới đây:

Bảng 3.7

R, m	Số đường cong trên 1km	Số vụ tai nạn/10^6 xe - km
> 580	0,3	1,6
	0,6 - 1,0	1,87
	2,5 - 3,0	1,5
580 - 290	0,3	3,06
	0,6 - 1,0	2,62
	2,5 - 3,0	1,60
<175	0,3	8,20
	0,6 - 1,0	3,70
	2,5 - 3,0	2,20

Sở dĩ có hiện tượng số tai nạn giao thông xảy ra trên các đoạn có nhiều đường cong lại ít hơn trên các đoạn đường ít gặp đường cong bởi vì chính do địa hình khó khăn phải thiết kế nhiều đường cong liên tiếp khiến cho lái xe chú ý nhiều hơn, chủ động giảm tốc độ xe chạy, luôn luôn cảnh giác và đề phòng để tránh xảy ra tai nạn.

3.5. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC ĐOẠN THẲNG DÀI ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

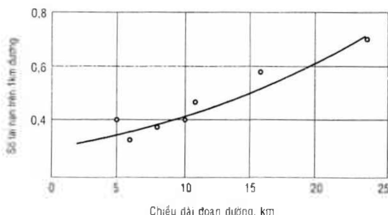
Trong thiết kế bình đồ, khi gặp các khu vực có địa hình bằng phẳng (ví dụ như vùng đồng bằng) thì nếu không bị những trở ngại đáng kể người thiết kế thường có xu hướng vạch tuyến theo một đường thẳng dài để đạt được chiều dài ngắn nhất.

Mặc dù tuyến đường thẳng có ưu điểm như đã nêu nhưng nếu lái xe đi trên đoạn đường thẳng quá dài thì lại rất bất lợi cho an toàn giao thông.

Thống kê của CHLB Đức cho thấy, trên một đường trục có hệ số triển tuyến là 1,18 và có 60% chiều dài là đường cong thì số tai nạn giao thông là 32,5 trên 100 triệu km hành trình, trong khi tại một đường khác có lưu lượng xe tương tự với hệ số triển tuyến

nhỏ hơn là 1,04 nhưng có tới 80% chiều dài là đường thẳng thì số tai nạn giao thông lại rất cao (88,2 vụ trên 100 triệu km hành trình). Nghĩa là số tai nạn xảy ra trên đường thẳng cao gấp gần 3 lần so với số tai nạn xảy ra trên đường cong.

Mặt khác, đoạn thẳng được thiết kế càng có chiều dài lớn thì số tai nạn càng tăng. Trên hình (3.17) biểu thị sự phụ thuộc của số tai nạn giao thông vào chiều dài các đoạn thẳng.



Hình 3.17

Tai nạn giao thông xảy ra nhiều trên các đoạn thẳng dài là do các nguyên nhân sau:

- Khi chạy trên các đoạn thẳng dài lái xe thường rất chủ quan, ít chú ý kiểm tra tốc độ và thường cho xe chạy với tốc độ cao, nhất là trên các đường ôtô cấp cao, đường cao tốc, đường trục chính đô thị có mặt đường bêtông nhựa tốt bằng phẳng. Thậm chí lái xe không kiểm soát tốc độ theo đồng hồ báo vận tốc mà cho xe chạy với tốc độ lớn hơn tốc độ cho phép nên khi gặp sự cố bất thường (như bất ngờ gặp đoạn có mặt đường trơn trượt phía trước, người hay súc vật đột nhiên xuất hiện băng qua đường...) lái xe sẽ không xử lý kịp và gây tai nạn.

- Đoạn tuyến dài với phong cảnh đơn điệu, thiếu các tác nhân kích thích sự chú ý các lái xe, tạo cho lái xe phản ứng chậm chạp, thêm vào đó, tiếng động cơ của xe kêu đều đều, ôtô lại luôn bị lắc lư qua lại làm cho lái xe bị ức chế thần kinh, gây nên sự mệt mỏi và lái xe dễ bị rơi vào trạng thái buồn ngủ, thậm chí còn ngủ gật trong khi lái. Nhất là vào mùa hè nóng bức, nhiệt độ trong buồng lái tăng nếu xe không được trang bị máy lạnh hoặc đối với các xe cũ thiết bị thông gió hoạt động kém làm tăng tỷ lệ oxyt cacbon.

Tất cả những tác nhân trên đều là nguyên nhân xảy ra tai nạn nguy hiểm và làm cho số tai nạn giao thông trên các đoạn thẳng dài tăng cao.

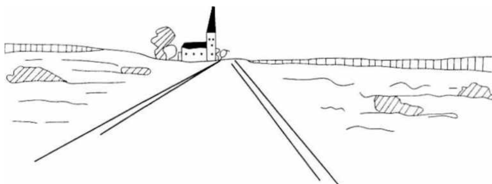
Do vậy, với quan điểm an toàn giao thông cần thiết phải giới hạn chiều dài thiết kế các đoạn thẳng dù cho tuyến đi qua địa hình bằng phẳng có thể cho phép vạch tuyến thẳng dài.

Nghiên cứu của nước ngoài cho thấy chiều dài thiết kế hợp lý các đoạn thẳng của tuyến là 4 - 4,5km. Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đường ôtô ở mỗi nước thường có quy định chiều dài giới hạn thiết kế các đoạn đường thẳng.

Ví dụ: Theo tiêu chuẩn thiết kế TCVN 4054 - 98 (cũ) của nước ta quy định chiều dài các đoạn thẳng không dài quá 3km; còn trong quy trình thiết kế đường cao tốc hiện hành (TCVN 5729 - 97) quy định không được thiết kế các đoạn thẳng dài quá 4km.

Cần hiểu rõ rằng, việc hạn chế các đoạn thẳng dài không có nghĩa là áp dụng giải pháp bắt buộc phải bẻ gãy đường thẳng để bố trí đường cong mà ta có thể áp dụng phương pháp "thiết kế tuyến mềm" bằng cách hạn chế sử dụng đường thẳng hoặc không dùng các đoạn thẳng bằng phương pháp thiết kế tuyến clothoid (Bạn đọc có thể tìm hiểu chi tiết phương pháp thiết kế tuyến này trong cuốn "Phương pháp thiết kế tuyến clothoid cho đường ôtô" - NXB Xây dựng 2006 do tác giả đã biên soạn). Ngoài ra, việc uốn cong tuyến trên địa hình bằng phẳng ở vùng đồng bằng hoàn toàn có thể thực hiện được khi vạch tuyến tránh các vùng đầm lầy, hồ ao, các khu dân cư ...

Trong trường hợp bắt buộc phải thiết kế đoạn tuyến thẳng dài thì lại cần thiết phải có các giải pháp thay đổi cảnh quan dọc tuyến để khắc phục tình trạng đơn điệu của tuyến đường như trồng cây xanh, xây dựng các công trình phục vụ cho khai thác đường dọc tuyến như các trạm sửa chữa kỹ thuật, các môtel phục vụ hành khách và lái xe ... với những kiến trúc tạo điểm nhấn cho lái xe chú ý hoặc tạo nên các vật chuẩn định hướng cho tuyến đường (xem hình 3.18).



***Hình 3.18:** Định hướng cho các đoạn thẳng đường thẳng dài bằng công trình kiến trúc nhô cao*

Phương pháp thiết kế tuyến mềm để tránh phải xây dựng các đoạn thẳng dài đã được nhiều nước áp dụng có kết quả. Ví dụ như: Ở CHLB Đức có ba đường trục được xây dựng không có đoạn thẳng; tuyến đường Tokyo - Nagoya (Nhật) và tuyến đường Viên - Budapest chỉ có 5% chiều dài là đường thẳng ...

3.6. ẢNH HƯỞNG CỦA TẦM NHÌN TRÊN BÌNH ĐỒ ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Khoảng cách tầm nhìn bao gồm tầm nhìn trên bình đồ và tầm nhìn trên trắc dọc là các yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến an toàn giao thông.

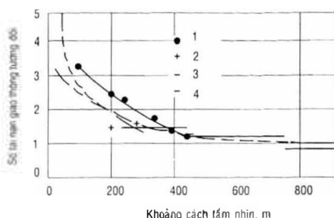
Tầm nhìn không bảo đảm là một trong những nguyên nhân xảy ra tai nạn khi các xe cùng chiều vượt nhau hoặc hai xe ngược chiều cùng đi vào đường cong bán kính nhỏ. Thống kê các tai nạn trên các đường ôtô ở CHLB Đức Meyer E. và một số tác giả khác cho biết 25% số tai nạn xảy ra là do không đủ tầm nhìn. Trong cuốn sách viết về điều kiện xe chạy theo quan điểm an toàn giao thông, Netser. M. (Đức) cũng đưa ra kết luận tương tự (số tai nạn do nguyên nhân trên chiếm 21%).

Phân tích các tai nạn tại Mỹ, Young, J.C. cho biết khi khoảng cách tầm nhìn S<240m thì tai nạn giao thông xảy ra gấp hai lần so với tầm nhìn s > 750m.

Nghiên cứu của Krebs, H.G. và Kloeckner,J.H. ở Đức đã xác định: cùng với tăng khoảng cách tầm nhìn thì tai nạn giao thông nguy hiểm giảm.

- Mức độ tai nạn tăng cao khi khoảng cách tầm nhìn S < 100m.

- Khoảng cách tầm nhìn trong phạm vi S = 100 - 200m thì mức độ tai nạn giao thông xảy ra thấp hơn 25% so với tầm nhìn S<100m. Trên hình 3.19 biểu thị mối quan hệ giữa số tai nạn tương đối với khoảng cách tầm nhìn trên bình đồ theo các số liệu nghiên cứu của Iu.M.Xitnhicov, A.P.Vaxiliev (Nga) và Young, J.C. (Mỹ).



Hình 3.19: Sự phụ thuộc của số tai nạn giao thông vào khoảng cách tầm nhìn
1- Yu.M.Xitnikov; 2- A.P.Vaxilev; 3- Đường trung bình; 4- Young (Mỹ)

Nhìn chung, khoảng cách tầm nhìn ảnh hưởng đến mức độ an toàn xe chạy. Tuy nhiên tuỳ thuộc vị trí và tần số phân bố của chúng mà mức độ ảnh hưởng của tầm nhìn có khác nhau.

Trên các tuyến đường vùng núi do địa hình khó khăn nên nhiều đường cong có tầm nhìn bị hạn chế. Song, chính sự nguy hiểm được biết trước nên lái xe buộc phải cho xe chạy với tốc độ thấp và mức độ nguy hiểm do tai nạn có thể không lớn do lái xe tập trung chú ý, mặc dầu khoảng cách tầm nhìn nhỏ hoặc bị hạn chế đến mức tối thiểu.

Ngược lại, trên nhiều đoạn đường mặc dù được thiết kế với các yếu tố hình học bảo đảm cho xe chạy với tốc độ cao nhưng tầm nhìn không đủ sẽ là nơi xảy ra nhiều tai nạn, đó là các đoạn đường khá nguy hiểm.

Mặt khác, khả năng mất an toàn giao thông còn phụ thuộc vào mật độ tầm nhìn hạn chế thể hiện ở số vị trí có tầm nhìn hạn chế (S_{hc}) trên 1 km đường. Các số liệu quan trắc ở bang Utah (Mỹ) nêu trong bảng (3.8) cho thấy mật độ vị trí của các tầm nhìn hạn chế càng cao thì số tai nạn giao thông xảy ra càng giảm. Điều này được giải thích rằng, khi cho xe chạy trên đoạn đường khó khăn có nhiều chỗ tầm nhìn bị hạn chế lái xe đã cẩn thận và chủ động xử lý khi gặp sự cố nên giảm được tai nạn.

Bảng 3.8

Số vị trí có S_{hc}/1km	< 0,5	1,5	2	2 - 2,95	3
Số vụ tai nạn/10^6 xe-km	2,19	2,56	2,37	2,0	1,75

Khi thiết kế đường người ta dựa vào tốc độ thiết kế đã được quy định ứng với mỗi cấp đường để tính toán tầm nhìn yêu cầu. Khoảng cách tầm nhìn được tính thông thường là theo sơ đồ tầm nhìn một chiều S_1 (gặp chướng ngại vật) và sơ đồ tầm nhìn hai chiều S_2 (hai xe đi ngược chiều gặp nhau)

Nhưng trong thực tế các tình huống xảy ra thường tương ứng với sơ đồ 1, khi xe gặp chướng ngại vật phải kịp hãm phanh để dừng lại và tương ứng với sơ đồ hai xe vượt nhau đối với đường có hai làn xe trở lên. Còn đối với sơ đồ hai xe gặp nhau (sơ đồ 2) chỉ xảy ra trên đường cấp thấp có một làn xe chạy. Hơn nữa, khi xe gặp chướng ngại vật hoặc vượt xe thì vị trí nguy hiểm nhất khi xảy ra các tình huống này là tại các đường cong trên bình đồ. Vì thế, với quan điểm an toàn cho xe chạy, khoảng cách tầm nhìn vượt xe đã được xem xét khi thiết kế tuyến. Bạn đọc sẽ tìm hiểu rõ vấn đề này được trình bày trong chương cuối cùng (chương 9).

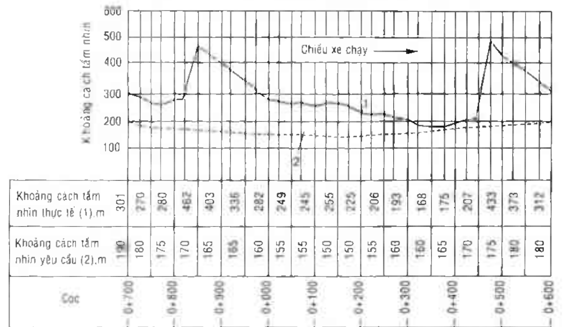
Mặt khác, quan trắc đo tốc độ dòng xe chạy trên đường và thống kê tốc độ xe chạy trong dòng thì tốc độ khai thác không là tốc độ thiết kế mà là tốc độ tương ứng với suất bảo đảm 85% (tức là bảo đảm có 85% xe chạy với tốc độ bằng và nhỏ hơn trị số tốc độ được xác định ứng với tần số 85% - ký hiệu là V_{85}). Do đó, khoảng cách tầm nhìn thực tế thường lớn hơn tầm nhìn yêu cầu. Trên hình (3.20) là một ví dụ để phân tích khoảng cách tầm nhìn trên một đoạn đường dài 900m dựa theo toán đồ tầm nhìn của CHLB Đức

nêu ra cho thấy khoảng cách tầm nhìn một chiều để dừng xe thực tế khác hẳn và hầu như có trị số cao hơn khoảng cách tầm nhìn một chiều tính toán theo yêu cầu.

Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô mới ban hành của nước ta (TCVN 4054 - 2005) ngoài quy định về tầm nhìn hãm xe (S_1), tầm nhìn trước xe ngược chiều S_2 đã bổ sung thêm (so với quy trình cũ) tầm nhìn vượt xe S_{vx} đối với đường từ cấp II trở xuống như sau:

Bảng 3.9

Cấp thiết kế của đường	I	II	III		IV		V		VI	
Tốc độ thiết kế, V_{tk}, km/h	120	100	80	60	60	40	40	30	30	20
Tầm nhìn hãm xe (S_1), m	210	150	100	75	75	40	40	30	30	20
Tầm nhìn trước xe ngược chiều (S_2), m	–	–	200	150	150	80	80	60	60	40
Tầm nhìn vượt xe S_{vx}, m	–	–	550	350	350	200	200	150	150	100



Hình 3.20

Chính vì lý do trên mà trong tiêu chuẩn và quy tắc thiết kế đường ôtô (guidelines for the design of rural road) - phần đặt tuyến đường ôtô - RAS - L của nước CHLB Đức đã sử dụng sơ đồ tầm nhìn dừng xe (một chiều) và sơ đồ vượt xe để xác định khoảng cách tầm nhìn cần thiết. Đồng thời áp dụng tốc độ khai thác V_{85} trong các công thức tính toán tầm nhìn. Bạn đọc có thể tham khảo nội dung cơ bản của RAS - L như sau:

1. Xác định tốc độ khai thác V_{85} theo các công thức:

$$V_{85} = V_d + 20km/h \text{ với } V_d < 100 \text{ km/h} \quad (3.19a)$$

$$V_{85} = V_d + 10km/h \text{ với } V_d \geq 100 \text{ km/h} \quad (3.19b)$$

Trong đó: V_d - tốc độ thiết kế (design speed)

Phạm vi áp dụng các công thức:

Các cấp đường thuộc nhóm A (đường ôtô ngoài đô thị) nếu trắc ngang có một phần xe chạy thì tốc độ khai thác V_{85} xác định theo công thức (3.19a) và V_{85} không vượt quá trị số 100km/h. Nếu có hai phần xe chạy tách biệt thì tốc độ khai thác V_{85} có thể xác định theo công thức (3.19a) và (3.19b) khi không có các kết quả đáng tin cậy về quan hệ tương hỗ giữa các đặc trưng hình học và tốc độ xe chạy.

Các cấp đường thuộc B (đường đô thị) thì áp dụng tốc độ khai thác bằng tốc độ cho phép ($V_{85} = V_{cf}$). Tốc độ cho phép V_{cf} là tốc độ giới hạn lớn nhất đối với mỗi cấp đường.

Các công thức xác định V_{85} (3.19a và 3.19b) được quy định áp dụng trong quy trình RAS của CHLB Đức là tuân theo tiêu chuẩn an toàn I với các trường hợp đồ án thiết kế chấp nhận được (công thức 3.19a) và đồ án thiết kế tốt (công thức 3.19b).

2. Công thức tính khoảng cách tầm nhìn dừng xe S_1:

$$S_1 = S_f + S_h \quad (3.20)$$

Trong đó:

S_f - đoạn đường ôtô đi được trong thời gian phản ứng của lái xe để tác động vào hệ thống hãm phanh, m

$$S_f = \frac{V_{85}}{3.6} t_f \quad (3.21)$$

với t_f - thời gian phản ứng của lái xe và tác động vào cần hãm (t_f = 2s)

S_h - chiều dài hãm xe, m

$$S_h = \frac{1}{2g(3.6)^2} \frac{V_{85}^2}{(\varphi_n + i_d)} \quad (3.22)$$

Hay
$$S_h = \frac{1}{254} \frac{V_{85}^2}{(\varphi_n + i_d)}$$

Với: φ_n - hệ số bám ngang:

$$\varphi_n = 0.241\left(\frac{V_{85}}{100}\right)^2 - 0.721\left(\frac{V_{85}}{100}\right) + 0.708 \quad (3.23)$$

g - gia tốc trọng trường, m/s²;

i_d - độ dốc dọc của đường, %.

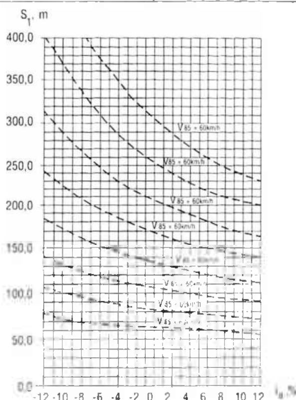
3. Mô hình toán đồ xác định khoảng cách tầm nhìn dừng xe phụ thuộc vào tốc độ khai thác V_{85} và độ dốc dọc được thể hiện trên hình 3.21.

Tính toán khoảng cách tầm nhìn vượt xe: được xác lập phụ thuộc vào tốc độ khai thác V_{85} theo sơ đồ dưới đây (hình 3.22).

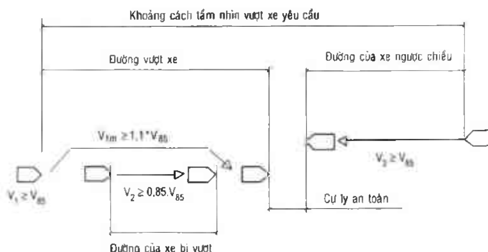
Trị số khoảng cách tầm nhìn vượt xe tính theo mô hình trên phụ thuộc vào tốc độ khai thác V_{85} như sau:

Bảng 3.10

Tốc độ khai thác V_{85}, km/h	Khoảng cách tầm nhìn vượt xe SVX, m
60	475
70	500
80	525
90	575
100	625



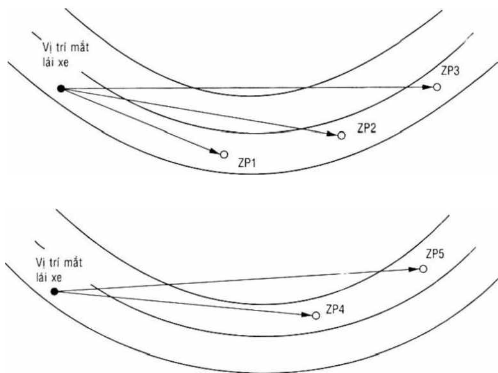
Hình 3.21



Hình 3.22

4. Xác định vị trí điểm nhìn của lái xe:

Để xác định khoảng cách thực tế tầm nhìn thì vị trí mắt nhìn của người lái xe được xác định theo sơ đồ trên đường cong đối với đường hai làn xe (xem hình 3.23).



Hình 3.23

Các thông số quy định để tính khoảng cách tầm nhìn được ghi trong bảng 3.11

Bảng 3.11

Khoảng cách tầm nhìn	Vị trí mắt người lái xe		Vị trí chướng ngại vật		
	Vị trí	Chiều cao h_A, m	Vị trí	V_{85}, km/h	Chiều cao h_Z, m
Dừng xe	Theo trục làn của xe chạy	1,0	Theo trục làn của xe chạy	60	0,00
				70	0,05
				80	0,15
				90	0,25
				100	0,35
				110	0,40
				120	0,45
				130	0,45
Vượt xe	Theo trục làn của xe chạy	1,0	Theo trục của làn xe ngược chiều	-	1,0

Đối chiếu bảng (3.11) trên với TCVN 4054-2005 cho thấy quy trình của nước ta chỉ quy định chiều cao chướng ngại vật là 0,10m nhưng quy trình của Đức lại quy định chiều cao chướng ngại vật thay đổi từ 0,00 đến 0,45 phụ thuộc vào tốc độ khai thác V_{85} từ 60 - 130km/h. Tức là đã xem xét khả năng nhìn nhận sự vật trong không gian động

Việc sử dụng tốc độ khai thác V_{85} và sơ đồ vượt xe đối với đường ôtô hai làn để tính toán xác định khoảng cách tầm nhìn thực tế khi thiết kế các yếu tố bình đồ của tuyến là phù hợp với quan điểm nâng cao an toàn cho xe chạy. Đây là điều mà lâu nay chúng ta ít quan tâm xem xét và nghiên cứu.

3.7. QUAN HỆ GIỮA TỐC ĐỘ KHAI THÁC V_{85} VỚI CÁC THÔNG SỐ CỦA ĐƯỜNG CONG

Đối với đường ôtô hai làn xe thì tất cả các chỉ tiêu như: độ cong (DC), mức độ thay đổi độ ngoặt của các đường cong trên một đoạn (CCR) và của một đường cong đơn (CCR_S) đều là các thông số hợp lý để đánh giá chất lượng thiết kế hoặc chất lượng khai thác của một tuyến đường, mặc dầu ở mức độ có khác nhau.

Cụ thể là, thông số độ cong DC được sử dụng giới hạn cho một đường cong tròn mà không xét đến các đường cong chuyển tiếp. Thông số CCR chỉ mức độ thay đổi độ ngoặt của một số đường cong cùng chiều có trong một đoạn đường; thông số này quan hệ đến chiều dài một đoạn đường bao gồm chiều dài các đường cong (đường cong tròn + đường cong chuyển tiếp) và các đoạn thẳng có trong một đoạn tuyến. Vì vậy, trị số

$\overline{CCR}$ có thể coi là trị số trung bình mô tả đặc thù của một đoạn tuyến. Cuối cùng, thông số CCR_S chỉ mức độ thay đổi độ ngoặt của một đường cong đơn (bao gồm cả đường cong tròn và các đường cong chuyển tiếp). Thông số này giúp cho người thiết kế có đủ điều kiện phân tích tỉ mỉ bình đồ tuyến và ước định được mức độ an toàn của tuyến.

Các thông số trên của đường cong có liên quan chặt chẽ đến tốc độ khai thác của tuyến đường (V_{85}). Vì vậy các nước như Mỹ, CHLB Đức, Canada, Pháp, Hy Lạp, Úc, Lebanon ... đã lập được mối quan hệ giữa tốc độ khai thác V_{85} của ôtô trên đường với các thông số DC, $\overline{CCR}$, và CCR_S theo các giới hạn tốc độ giới hạn (speed limit) khác nhau từ 80-100km/h chúng tôi xin nêu cụ thể các công thức dưới đây để bạn đọc tham khảo:

Mỹ: theo Ottesen J.L. và R.A.Krammer (Washington)

$$V_{85} = 103{,}04 - 1{,}94\,DC \qquad (3.24a)$$

Hay

$$V_{85} = 103{,}04 - 0{,}053\,CCR_S \qquad (3.24b)$$

Với tốc độ giới hạn V_{gh} = 100km/h

Theo Lamm. R., E.M.Choueiri và J/H.Kloeckner (NewYork)

$$V_{85} = 93{,}85 - 1{,}82DC \qquad (3.25a)$$

$$V_{85} = 93{,}85 - 0{,}05\,CCR_S \qquad (3.25b)$$

CHLB Đức: của trường đại học Karlsruhe

$$V_{85} = \frac{10^6}{8270 + 8{,}01CCR_S} \qquad (3.26)$$

Theo tài liệu hướng dẫn thiết kế đường ôtô (RAL) - Guideline for design Roads

$$V_{85} = 60 + 39{,}70\exp(-3{,}98.10^{-3}\,CCR_S) \qquad (3.26a)$$

Với bề rộng làn xe B = 3.5m và tốc độ giới hạn V_{gh} = 100km/h

Pháp: theo tài liệu hướng dẫn thiết kế đường ôtô (Highway Design Guide) của SETRA (Le service des Etudes téchniques des Routes et Autoroutes):

$$V_{85} = \frac{102}{1 + 346\left(CCR_S / 63{,}700\right)^{1.5}} \qquad (3.27)$$

Với tốc độ giới hạn V_{gh} = 90km/h

Úc: theo Mc Lean J.R.

$$V_{85} = 101{,}2 - 1{,}56DC \qquad (3.28a)$$

$$V_{85} = 101{,}2 - 0{,}043\,CCR_S \qquad (3.28b)$$

Với tốc độ giới hạn V_{gh} = 90km/h

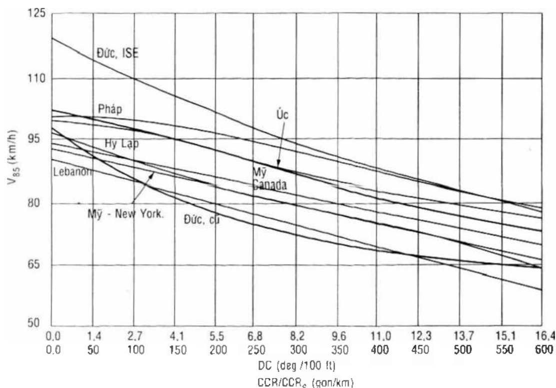
Canada: theo Morrall J.F và R.S. Talarico

$$V_{85} = \exp(4{,}561 - 5{,}86.10^{-3}DC) \quad (3.29a)$$

$$V_{85} = \exp(4{,}561 - 5{,}27.10^{-3}CCR_S) \quad (3.29b)$$

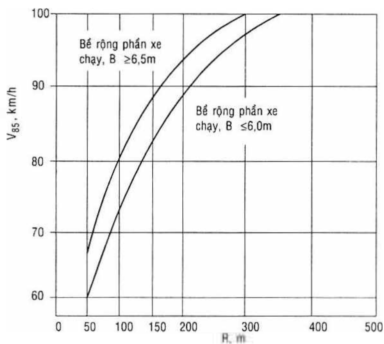
Với tốc độ giới hạn V_{gh} = 90km/h

Các công thức trên được thể hiện rõ trên hình (3.24) cho thấy quan hệ giữa tốc độ khai thác V_{85} đều cùng tỉ lệ nghịch với các thông số của đường cong DC, CCR, và CCR_S. Điều này đồng nghĩa với việc tăng các độ cong thì tốc độ khai thác trên đường giảm và kéo theo việc giảm an toàn cho xe chạy.

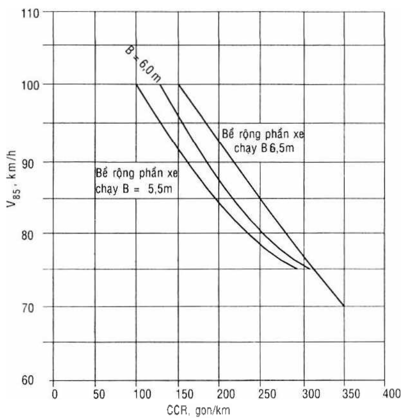


Hình 3.24

Trong tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô mới nhất của CHLB Đức cũng đã đưa vào phần phụ lục biểu đồ quan hệ giữa tốc độ khai thác V_{85} với độ cong CCR áp dụng cho các trường hợp: bề rộng mặt đường B = 5,5m: B = 6,0m và B ≥ 6,5m (xem hình 3.25) cũng như quan hệ giữa bán kính cong R với tốc độ khai thác V_{85} áp dụng cho các trường hợp phần xe chạy có bề rộng B ≤ 6,0m và B ≥ 6,5m (xem hình 3.26) nhằm giúp cho người thiết kế kiểm tra và lựa chọn hợp lý các đường cong trên bình đồ theo quan điểm nâng cao an toàn giao thông.



Hình 3.25



Hình 3.26

3.8. QUAN HỆ GIỮA HỆ SỐ LỰC NGANG VỚI MỨC ĐỘ THAY ĐỔI ĐỘ NGOẶT CỦA ĐƯỜNG CONG CCR_S

Một trong những mục tiêu quan trọng để đánh giá mức độ an toàn cho xe chạy đối với đường hai làn xe là nghiên cứu hệ số lực ngang.

Vấn đề bảo đảm ổn định về phương diện động lực học cho xe chạy an toàn trên các đường cong có bố trí siêu cao được nghiên cứu thông qua các kết quả khảo sát hệ số lực ngang xuất hiện khi xe chạy vào đường cong này với tốc độ khai thác có suất bảo đảm là 85% (f_{RD} - side friction demanded), đồng thời đối chiếu với hệ số lực ngang thiết kế (f_{RA} - side friction assumed)

Hệ số lực ngang đơn vị ($f = \frac{Y}{G}$ - Y, G là lực ngang và trọng lượng của ôtô) phát sinh khi xe đi vào đường cong có siêu cao và được xác định theo công thức quen thuộc, ta có:

Hệ số lực ngang thiết kế:

$$f_{RA} = \frac{V_d^2}{127R} - i_{SC} \tag{3.30}$$

Hệ số lực ngang cần thiết tương ứng với tốc độ khai thác V_{85}:

$$f_{RD} = \frac{V_{85}^2}{127R} - i_{SC} \tag{3.31}$$

Dựa trên cơ sở các số liệu nghiên cứu ở 5 nước khác nhau: Mỹ, CHLB Đức, Pháp, Thuỵ Điển, Thuỵ Sỹ người ta đã lập được quan hệ giữa hệ số bám dọc (V_d) theo các công thức sau:

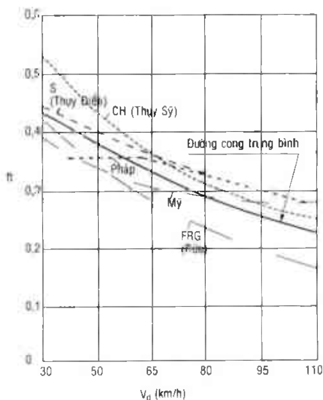
Hệ số bám dọc:

$$f_t = 0,59 - 4,85.10^{-3} V_d + 1,51.10^{-5} V_d^2 \tag{3.32}$$

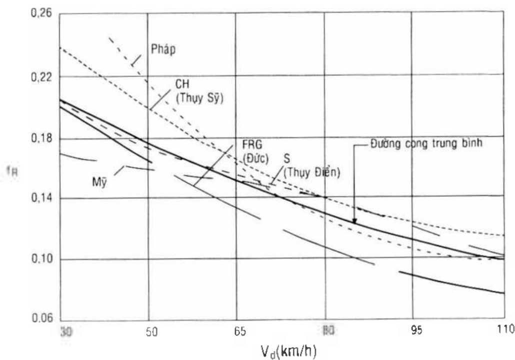
Hệ số bám ngang

$$f_R = 0,27 - 2,19.10^{-3} V_d + 5,79.10^{-6} V_d^2 \tag{3.33}$$

Các quan hệ trên được biểu thị trên hình (3.27) đối với hệ số bám dọc và hình (3.28) đối với hệ số bám ngang đều phù hợp với quy luật chung là: khi tốc độ chạy tăng thì hệ số bám của bánh xe với mặt đường giảm.



Hình 3.27



Hình 3.28

Hiệu số của hai hệ số lực ngang khi thiết kế và yêu cầu (f_{RA} - f_{RD}) biểu thị mức độ ổn định động học, bảo đảm độ an toàn của ôtô khi chạy vào đường cong. Cụ thể: nếu f_{RA} - f_{RD} > 0 nghĩa là hệ số lực ngang yêu cầu tương ứng với tốc độ khai thác V_{85} nhỏ hơn hệ số lực ngang thiết kế (dự kiến). Trong trường hợp này xe đi vào đường cong có mức độ an toàn cao. Ngược lại nếu f_{RA} - f_{RD} < 0, tức là lực ngang yêu cầu ứng với tốc độ khai thác V_{85} của xe xuất hiện lớn hơn lực ngang thiết kế. Tuỳ thuộc vào mức độ nguy hiểm nhiều hay ít xảy ra khi xe chạy trên đường cong để từ đó đánh giá mức độ tốt xấu của tuyến thiết kế hoặc đang khai thác (ở đây, để xem xét ổn định ngang của xe chạy trên đường cong người ta lấy trị số giới hạn hệ số lực ngang bằng hệ số bám ngang).

Xem như vậy thấy rằng, việc lựa chọn độ dốc siêu cao (isc) trong thiết kế và kiến tạo độ dốc siêu cao của mỗi đường cong theo bán kính thiết kế không thể là việc làm thiếu thận trọng. Vì thế, trong quy trình thiết kế đường ôtô TCVN 4054: 2005 của nước ta đã quy định độ dốc siêu cao tối thiểu ứng với mỗi cấp tốc độ và bán kính đường cong nằm lựa chọn (bạn đọc có thể xem bảng 14, điều 5.6.2 của quy trình) vì rằng nếu chọn trị số i_{sc} nhỏ hơn các trị số quy định cho phép sẽ dẫn tới việc tăng hệ số lực ngang (xem các công thức (3.30) và (3.31)) và nếu hệ số này tăng vượt quá trị số yêu cầu ứng với tốc độ khai thác V_{85} sẽ dẫn tới khả năng có xe mất ổn định khi đi vào đường cong.

Theo tài liệu dẫn của Lamm R. và E. M. Choueiri (Mỹ) thì giữa hệ số lực ngang và số tai nạn AR (vụ/10^6 xe - km) có quan hệ như sau:

$$f_{RA} = 0,121 + 2,97.10^{-3}AR - 5,14.10^{-5}AR^2 \quad (3.34)$$

Và

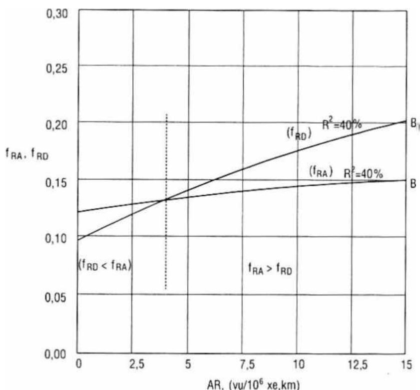
$$f_{RD} = 0,097 + 9,68.10^{-3}AR - 1,79.10^{-4}AR^2 \quad (3.35)$$

Các quan hệ này được thể hiện trên hình 3.29 cho thấy giao điểm O của 2 đường phân chia biểu đồ ra làm 2 phần, phần bên phải có $f_{RD} > f_{RA}$ khiến cho số tai nạn tăng.

Các quan hệ (3.34) và (3.35) có hệ số tương quan R^2 thấp là so các tai nạn khảo sát không phải là duy nhất hay trực tiếp mà bao gồm tổng hợp các số liệu.

Trên cơ sở các số liệu quan trắc 204 đoạn đường cong ở CHLB Đức, 197 đoạn đường cong ở bang New York (Mỹ) và 107 đoạn đường cong ở Hy Lạp đã đưa đến kết luận:

Ở Đức, khi mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong CCR_S > 180 gon/km tương ứng với bán kính cong R < 350m. Ở Mỹ, $CCR_S \approx$ 225gon/km tương ứng R < 290m và ở Hy Lạp $CCR_S \approx$ 180 gon/km thì hệ số lực ngang yêu cầu f_{RD} tương ứng với tốc độ khai thác V_{85} luôn lớn hơn hệ số lực ngang thiết kế ban đầu f_{RA}.



Hình 3.29

Các mối quan hệ này được lập thành các công thức sau:

- Mỹ (bang New York)

$$f_{RA} = 0,092 + 2,22.10^{-4}CCR_s - 1,73.10^{-7}CCR_s^2 \quad (3.36)$$

$$f_{RD} = 0,014 + 6,16.10^{-4}CCR_s - 4,28.10^{-7}CCR_s^2 \quad (3.37)$$

- CHLB Đức

$$f_{RA} = 0,078 + 2,18.10^{-4}CCR_s - 2,21.10^{-7}CCR_s^2 \quad (3.38)$$

$$f_{RD} = 0,023 + 5,55.10^{-4}CCR_s - 3,58.10^{-7}CCR_s^2 \quad (3.39)$$

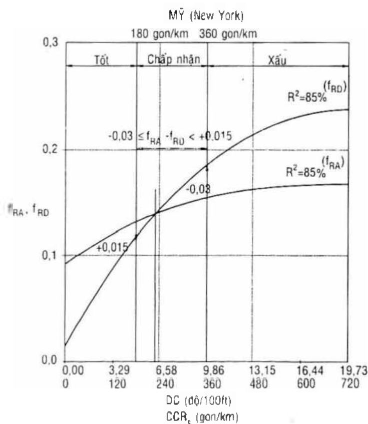
- Hy Lạp

$$f_{RA} = 6,83.10^{-2} + 1,41.10^{-4}CCR_s + 4,66.10^{-8}CCR_s^2 \quad (3.40)$$

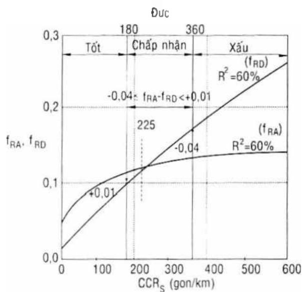
$$f_{RD} = 1,95.10^{-3} + 5,90.10^{-4}CCR_s - 4,12.10^{-7}CCR_s^2 + 8,82.10^{-11}CCR_s^3 \quad (3.41)$$

Các công thức quan hệ f_{RA}, f_{RD} với CCR_S của Mỹ, Đức có cùng một dạng (là đường cong bậc hai) chỉ khác nhau bởi các hệ số, còn của Hy Lạp lại có dạng bậc ba đối với quan hệ $f_{RD} = f(CCR_S)$.

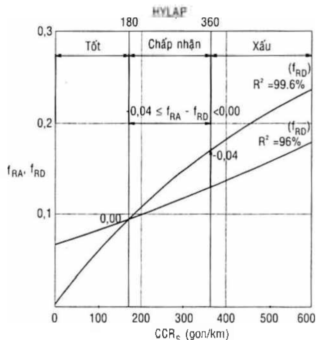
Các quan hệ thể hiện trong hình (3.30), (3.31), (3.32) trong đó trục hoành biểu thị hai hệ số DC và CCR_S.



Hình 3.30



Hình 3.31



Hình 3.32

Và cũng từ thực tế quan trắc các nước đã tổng hợp và đánh giá mức độ an toàn của đồ án thiết kế ở mức độ chấp nhận được theo độ chênh lệch $\Delta f_R = f_{RA} - f_{RD}$ như sau:

Mỹ (NewYork): $-0,03 \le f_{RA} - f_{RD} < 0,015$

Đức: $-0,045 \le f_{RA} - f_{RD} < 0$

Hy Lạp: $-0,04 \le f_{RA} - f_{RD} < 0$

Nếu độ chênh lệch Δf_R lớn hơn hay nhỏ hơn các giới hạn trên thì được coi là thiết kế yếu kém hoặc được đánh giá là tốt (xem các hình 3.30, 3.31, 3.32).

3.9. ẢNH HƯỞNG CỦA NÚT GIAO THÔNG NGANG MỨC TRÊN BÌNH ĐỒ ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Các nút giao thông ngang mức thường được xây dựng tại các vị trí giao nhau của các đường là một trở ngại đến an toàn giao thông, nhất là đối với đường cấp cao có tốc độ xe chạy lớn giao cùng mức với các đường ôtô cấp thấp có lưu lượng xe chạy không cao và tốc độ xe chạy thấp.

Bảo đảm an toàn cho xe chạy ở các nút giao ngang mức khó khăn và phức tạp hơn nhiều so với các đoạn đường thẳng do tại vị trí giao nhau các dòng xe thay đổi hướng chuyển động tạo nên các xung đột, giao cắt hoặc tách hay nhập dòng. Chính những tình huống này làm cho xác suất tai nạn giao thông tăng.

Thực tế cho ta thấp rõ những nguy hiểm có thể xảy ra tai nạn giao thông tại nút giao nhau ngang mức là do những nguyên nhân sau:

- Khi đi vào nút giao nhau, chế độ chuyển động của các dòng xe có nhiều thay đổi, các dòng xe rẽ trái thường gây khó khăn cho các dòng xe đi thẳng; các xe đi sau thường không phán đoán được ý định của các xe đi trước muốn đi thẳng hay rẽ phải, rẽ trái nên các lái xe đi sau dễ rơi vào trạng thái bị động khi phải xử lý các tình huống bất ngờ do xe trước gây ra.

- Do dòng xe có thành phần phức tạp với nhiều loại phương tiện có tốc độ chạy xe khác nhau, khi vào nút giao sẽ cản trở nhau. Ở trường hợp này, động thái "sốt ruột" của các lái xe muốn vượt xe trước để rẽ ngoặt rất dễ gây tai nạn.

- Trong phạm vi nút giao bằng tầm nhìn thường bị hạn chế (khoảng cách tầm nhìn thường nhỏ hơn tầm nhìn trên đường thẳng), nhất là tại khoảng giữa nút giao trắc dọc bị lồi lên che khuất hướng đường tiếp theo trong nút.

Theo các số liệu thống kê ở các nước trước đây thì số tai nạn giao thông tại nơi giao nhau cùng mức ở CHLB Đức chiếm 15%; Nga: 16,1%; Mỹ: 21%; Anh: 26% so với tổng số tai nạn được thống kê trên các tuyến đường được khảo sát.

Các yếu tố thiết kế trên bình đồ của nút giao ảnh hưởng đến an toàn giao thông bao gồm:

- Lưu lượng xe chạy;
- Tầm nhìn;
- Góc giao nhau giữa đường chính và đường phụ;
- Vị trí các nơi giao cắt, nhập dòng, tách dòng cùng số các tuyến đường vào nút.

Lưu lượng xe chạy càng cao thì mức độ tai nạn AR (vụ/ 10^6 xe - km) càng tăng. Đặc biệt tại chỗ giao nhau giữa đường trục chính với các đường nhỏ có lưu lượng xe chạy thấp, số tai nạn lại hay xảy ra thường xuyên hàng năm và số tai nạn tương đối AR vẫn có thể lớn và không tỷ lệ thuận với lưu lượng xe chạy

Theo số liệu nghiên cứu của trường đại học Đường ôtô Moscow (MADI) trước đây thì số tai nạn tương đối tăng theo lưu lượng xe chạy như sau:

Lưu lượng xe chạy trên đường chính, xe/ng.đêm	<1600	1600 - 3500	3500 - 5000	5000 - 7000
AR (vụ/10^6 xe-km)	0,4	0,57	1,00	1,30

Khoảng cách tầm nhìn không đủ trong phạm vi nút giao thông, như ở vị trí xe tăng tốc nhập vào đường chính là một trong những điều kiện xảy ra tai nạn; khi đó trong lúc tăng tốc nhập vào đường chính, người lái xe trên đường phụ không thấy rõ xe đang

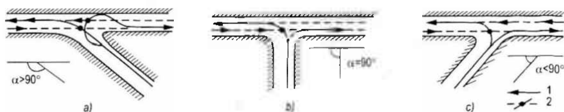
chạy trên đường chín do tầm nhìn không đủ nên có thể xung đột với ôtô đang chạy trên đường chính.

Khoảng cách tầm nhìn tại nút giao thông có ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn giao thông như số liệu dưới đây:

Khoảng cách tầm nhìn S, m	20	20 - 30	30 - 40	40 - 60	60
AR (vụ/10^6 xe-km)	10	2,5	1,65	1,1	1,0

Trong thiết kế cấu tạo nút giao thông thì góc giao nhau cùng mức giữa hai trục đường chính và đường phụ có ảnh hưởng lớn đến an toàn xe chạy.

Trên hình (3.33) trình bày 3 trường hợp cấu tạo góc giao nhau:



Hình 3.33: Sơ đồ nhập đường cùng mức

1. Quỹ đạo của ôtô khi đi vào đường chính; 2. Các điểm giao cắt của các dòng xe

Trường hợp a: đường phụ nhập vào đường chính với một góc nhận. Trường hợp này gây nguy hiểm cho các xe từ đường phụ rẽ phải sang đường chính vì xe rẽ không đi vào ngay làn xe của mình mà khi rẽ đã lấn sang làn của xe đi ngược chiều.

Để tránh nguy hiểm và nâng cao an toàn cho xe rẽ phải thì cần thiết phải thiết kế phối hợp ba bán kính (bạn đọc có thể thấy rõ điều này trong cuốn sách "Thiết kế nút giao thông và Điều khiển giao thông bằng đèn tín hiệu" do tác giả biên soạn. NXB Xây dựng phát hành năm 2006).

Tuy vậy, thiết kế giao nhau với góc nhọn là giảm an toàn xe chạy không những đối với xe từ đường phụ rẽ phải vào đường chính mà còn đối với xe từ đường phụ rẽ trái vào đường chính phải cắt qua dòng xe đi thẳng từ đường chính.

Giao nhau theo trường hợp c (góc giao nhau giữa đường chính và đường phụ lớn) là an toàn hơn cả do chỉ có xung đột của luồng xe rẽ trái từ đường phụ vào đường chính (và ngược lại).

Mức độ an toàn tại một nút giao còn tuỳ thuộc vào vị trí nhập của các dòng xe ra vào nút giao thông, điều này được chứng tỏ bằng các số liệu nghiên cứu của E.M.Lôbanôv (Nga) như dưới đây (hình 3.34).

Loại ngã ba	Trường hợp a	Trường hợp b	Trường hợp c
AR (vụ/10^6 xe-km)			
Vị trí: - giao cắt	7,28	4,12	2,91
- nhập dòng	5,71	4,36	3,68

Với nút giao hình vòng xuyến (vòng xoay) do xe chạy trong nút theo chế độ tự điều chỉnh, chỉ có nhập và tách dòng mà không có giao cắt nên số tai nạn giao thông giảm hẳn. Theo số liệu của Anh thì khi cải tạo 22 ngã tư thành các nút giao hình vòng xuyến có đường kính đảo trung tâm R > 30m thì số tai nạn giảm 57%, nghĩa là có thể giảm tai nạn từ 2.5 - 3 lần.

Do có những ưu điểm nâng cao được an toàn giao thông nên nút giao vòng xuyến được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước (như ở Anh, CHLB Đức, Nga và nhiều nước khác. Các đô thị lớn của nước ta (Hà Nội, TP Hồ Chí Minh, Hải Phòng, Đà Nẵng...) cũng áp dụng loại hình nút giao này cho nhiều nút giao thông trong các nội đô.

Tuy nhiên, để pháp huy được hiệu quả về an toàn xe chạy trong nút giao vòng xuyến cần tuân thủ các nguyên tắc thiết kế cho loại hình nút giao này như: quyết định số làn xe và bán kính đảo trung tâm hợp lý và nhất là không được thiết kế đường nhánh đâm thẳng vào đảo trung tâm gây nên xung đột giao cắt giữa dòng xe chạy trên đường chính của nút vòng xuyến với dòng xe từ đường nhánh đi vào nút trung gian. Đồng thời cũng không nên "lạm dụng" loại hình nút giao này để xây dựng tràn lan không phù hợp với năng lực thông hành và thành phần dòng xe như ở một số đô thị lớn của nước ta hiện nay.

Giao nhau cùng mức giữa đường ôtô hoặc đường đô thị với đường sắt là những nơi có thể xảy ra hiểm hoạ do tai nạn giao thông.

Để nâng cao an toàn, về lâu dài cần thiết phải loại bỏ giao nhau cùng mức giữa đường ôtô và đường sắt. Điều này hiện nay do giá thành cao nên khó thực hiện, nhất là ga đường sắt lại ở sâu trong nội đô của các thành phố lớn (Ví dụ như ở thành phố Hà Nội và TP Hồ Chí Minh ... của nước ta). Biện pháp duy nhất xử lý chỗ giao nhau giữa đường sắt với các đường ôtô để nâng cao an toàn là kết hợp giữa rào chắn (barrie) với đèn tín hiệu, biển báo và nhân viên phụ trách tại các trạm đường giao.

Ở các nước những năm trước đây người ta đã thống kê được nhiều vụ tai nạn do ôtô, xe máy đâm vào tàu lửa. Ở nước ta số tai nạn giao thông đường sắt trong những năm gần đây cũng không phải là ít.

Theo thống kê của ngành đường sắt Việt Nam thì hiện nay giao nhau với đường sắt chủ yếu là các đường ngang dân sinh, có tới 5000 đường ngang dân sinh, tức là cứ 500m đường sắt là có một đường ngang, mật độ đường ngang ở nước ta được xem là cao nhất ở

châu Á. Đây chính là nơi xảy ra nhiều tai nạn giao thông. Thống kê cho thấy, số người chết do tai nạn xảy ra tại nơi giao cắt với đường ngang chiếm 93%, số người bị thương chiếm 97% tổng số tai nạn liên quan đến đường sắt. Theo phân tích của các cơ quan hữu quan cho thấy 60% số vụ tai nạn xảy ra tại các đường ngang dân sinh và 25% tai nạn xảy ra tại các đường ngang không có người gác. Những tai nạn giao thông này xảy ra chủ yếu là do ôtô đâm vào các cần chắn ngang.

Để giảm bớt tai nạn giao thông tại các nơi giao nhau với đường sắt hiện nay ngành đường sắt ở nước ta đã thiết kế và áp dụng cho 244 vị trí đường ngang ba loại thiết kế định hình cho hệ thống an toàn đường cho thấy có hiệu quả rõ rệt đó là:

- Mẫu tín hiệu cảnh báo đường ngang tự động bằng cách sử dụng Rơle điện trở

- Mẫu tín hiệu cảnh báo đường ngang tự động dùng thiết bị điều khiển lập trình logic (PLC)

- Mẫu tín hiệu cảnh báo đường ngang tự động dùng cảm biến địa chấn với bộ điều khiển máy tính nhúng.

Một trong những nguyên nhân xảy ra tai nạn tại nơi giao nhau với đường sắt là không bảo đảm tầm nhìn đủ để những người tham gia giao thông trên đường bộ phát hiện kịp thời sự xuất hiện của tàu hoả từ xa và nhìn rõ các tín hiệu biển báo, đồng thời tại những chỗ giao này thường nằm ở vị trí ngoài các thành phố, đô thị và không có hàng rào chắn ngang.

Ngoài những vấn đề nêu trên, còn có nguyên nhân làm mất an toàn giao thông là cấu tạo hay tổ chức giao thông trong nút giao phức tạp, thiếu các biển chỉ dẫn hướng đường để tìm hướng đi đúng trong lúc đang điều khiển xe chạy, dẫn đến những sai lầm khi thay đổi chế độ chuyển động của xe.

Do đó, để tăng an toàn giao thông các nút giao bằng cần được cấu tạo đơn giản, nhất thoả mãn được yêu cầu thông xe, đồng thời tổ chức giao thông trong nút phải mạch lạc, rõ ràng và phải bố trí đầy đủ các loại biển báo, biển chỉ dẫn cần thiết giúp cho lái xe thấy được loại hình nút giao từ xa và khi đến gần nhanh chóng thu nhận được đầy đủ thông tin, nhận biết rõ hướng cần đi của mình vào và ra khỏi nút.

Phương pháp bảo đảm an toàn giao thông có hiệu quả ở nút giao nhau ngang mức trên bình đồ là tổ chức giao thông theo luồng. Tách các dòng xe theo các hướng khác nhau bằng các dải xe chạy độc lập hay các đảo dẫn hướng và phân tán các điểm xung đột giữa các dòng giao nhau với những nguyên tắc sau:

- Lựa chọn hướng mạch lạc, rõ ràng kết hợp với biển báo, hướng dẫn để không gây khó khăn cho lái xe phải rơi vào tình trạng lựa chọn hướng đường khi vào nút.

- Trên đường chính xe có thể không cần giảm tốc độ hoặc giảm tốc độ khi vào nút bằng (0,5-0,6).V_{tkc} trên đường ngoài nút nhưng để rẽ trái phải bảo đảm tốc độ 30km/h và rẽ phải 15 - 20 km/h.

- Phải báo trước cho lái xe đi vào đường phụ để lái xe có đủ khả năng giảm tốc độ đến trị số an toàn.

- Số lượng, hình dạng, kích thước của các đảo an toàn phải được thiết kế hợp lý phụ thuộc vào địa hình và quỹ đạo rẽ của xe.

- Cần giãn cách các vị trí có khả năng xung đột giữa các dòng xe.

- Phải có dải cho xe giảm tốc khi chuyển từ đường chính vào đường phụ có bề rộng phần xe chạy nhỏ hơn bằng cách kết hợp thay đổi các bán kính tạo nên các đoạn chuyển tiếp.

- Sơn vạch đường dành riêng cho người đi bộ qua đường trong phạm vi nút.

3.10. ẢNH HƯỞNG CỦA TUYẾN ĐƯỜNG ÔTÔ ĐI QUA KHU DÂN CƯ ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Ở nước ta cho đến nay phần lớn các thị xã, thị trấn, các khu dân cư nhỏ đều nằm trên các đường giao thông chính (quốc lộ, tỉnh lộ). Nhiều đô thị lớn được xây dựng trước đây cũng đều có đường quốc lộ xuyên qua thành phố; chỉ những năm gần đây khi thực hiện cải tạo các quốc lộ thì người ta mới xây dựng các đường tránh vòng qua các khu dân cư đông đúc thuộc thị xã hay các thành phố lớn.

Các tuyến đường ôtô đi qua các khu dân cư với lượng xe cộ qua lại ngày càng tăng gây trở ngại lớn cho việc đi lại sinh hoạt của người dân và thường xuyên gây ra tai nạn giao thông.

Theo thống kê của Na Uy thì gần một nửa số tai nạn bị chấn thương đã xảy ra trên đường đi qua vùng dân cư đông đúc. Trong số đó, số tai nạn do người đi bộ và đi xe đạp chiếm đến 80% và đường trong các thành phố có mức độ nguy hiểm cấp gấp 2 - 10 lần so với đường đi qua các điểm dân cư ít đông đúc hơn; đồng thời số vụ tai nạn tăng cao ở các đoạn đường ôtô dẫn vào thành phố. Đối với nước ta do lượng xe máy, xe đạp quá nhiều trong các thành phố, đô thị lớn nhỏ vì vậy chắc rằng số tai nạn giao thông xảy ra trên các đường ôtô xuyên qua các đô thị với sự tham gia của các phương tiện cá nhân là khá cao so với các nước khác.

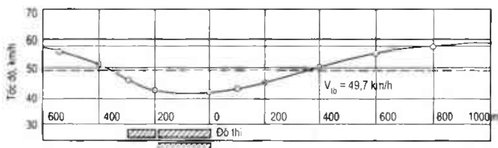
Thực tế trên nhiều con đường ở Nga đã xác lập được tỷ số tai nạn xảy ra ở điểm dân cư với số tai nạn trên quãng đường giữa hai điểm dân cư cao tới 2,5 - 2,7 lần. Và một điều đáng lưu ý là nếu tuyến đi qua các điểm dân cư vùng nông nghiệp hay qua các khu vực có các nhà máy, xí nghiệp nhỏ thì số vụ tai nạn tăng gấp 10 lần so với các đoạn đường gần đó.

Ở Anh người ta thống kê được số tai nạn trên các phố buôn bán cao (5 vụ/10^6 xe - km) trong khi trên đường trục số tai nạn này không vượt quá 0,44 vụ/10^6 xe - km.

Ở Pháp đã tính được số vụ tai nạn xảy ra khi có công trình, nhà cửa dọc theo đường tăng gấp 4,5 lần so với trường hợp không có công trình hai bên đường

Tại các khu vực dân cư ở CHLB Đức an toàn chạy xe giảm hơn gấp 1,2 - 7,5 lần so với các đường ngoài thành phố.

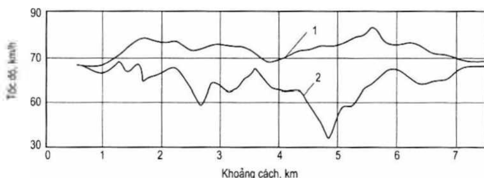
Khi chạy xe đến gần vùng có đông dân cư để tránh nguy hiểm, lái xe thường phải giảm tốc độ đến một trị số nào đó mà lái xe cảm thấy chạy xe an toàn. Vì thế, tuyến đường đi qua thành phố sẽ bị giảm khả năng thông hành. Trên hình (3.34) biểu thị tốc độ thay đổi theo khoảng cách từ xa đến gần đô thị mà xe phải đi qua.



Hình 3.34

Để nâng cao an toàn giao thông và tăng khả năng thông hành của đường người ta thường xây dựng hay cải tạo các đường ôtô cũ đi vòng tránh qua các khu dân cư, tạo nên các đường vành đai.

Nghiên cứu của trường đại học đường ôtô Moscow (Nga) cho thấy, trung bình tốc độ xe chạy trên các đường vòng tránh qua khu dân cư cao gấp 2 - 2,5 lần so với khi chạy qua thành phố. Hình 3.35 biểu thị biểu đồ tốc độ để so sánh giữa tốc độ xe đi theo đường tránh (đường số 1) và tốc độ xe đi qua một thành phố có 150 ngàn dân (đường số 2).



Hình 3.35

Hiệu quả do xây dựng tuyến theo đường vòng qua các khu dân cư được thấy rõ từ số liệu quan trắc ở Na Uy sau khi làm đường vòng tránh số tai nạn đã giảm 25% trong đó số tai nạn do bị chấn thương giảm 20%. Ở Anh người ta cũng có những kết luận tương tự.

Số liệu tính toán xác minh lợi ích kinh tế của vạch tuyến theo đường vòng tránh trên 1 km chiều dài đường ở Na Uy được tính bằng tỷ số của lợi ích trên tổng tổn thất kinh tế - xã hội tương ứng, và tỷ số này bằng 1,1, nghĩa là lợi ích thực sự từ giải pháp làm đường vòng tránh đạt được bằng 10% chưa kể các lợi ích khác mang lại như tăng khả năng thông xe, tăng tốc độ xe chạy, giảm ô nhiễm môi trường và đặc biệt giảm đáng kể mức độ nguy hiểm do ngăn ngừa được các tai nạn giao thông.

Chương 4

KHẢO SÁT CÁC ĐIỀU KIỆN VỀ ĐƯỜNG

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ TRẮC DỌC VÀ TRẮC NGANG ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

4.1. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ TRẮC DỌC ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Ảnh hưởng của trắc dọc đường đến an toàn xe chạy bao gồm các yếu tố:

- Độ dốc dọc của đường;
- Tầm nhìn trên trắc dọc;
- Vị trí và trị số các đường cong đứng lồi và đường cong đứng lõm.

Dưới đây ta xem xét ảnh hưởng của từng yếu tố trắc dọc đến an toàn chạy xe.

4.1.1. Ảnh hưởng của độ dốc dọc (i_d) đến an toàn xe chạy

Tại các đoạn lên dốc hoặc xuống dốc trên trắc dọc thường xảy ra tai nạn giao thông là do các nguyên nhân sau:

- Khi xe xuống dốc có thể xảy ra các tình huống: xe chạy ra khỏi lề; xe đâm vào xe đi trước; xe mất khả năng hãm phanh do hệ thống hãm xe bị hỏng nên lái xe không điều khiển được, ôtô lao xuống dốc tự do và dễ đâm vào các xe khác đang leo dốc ngược chiều.

- Khi lên dốc do tầm nhìn bị che khuất bởi đỉnh dốc nên lái xe không nhìn thấy xe đang leo dốc đối diện.

- Cá biệt có những lái xe khi xuống dốc đã cho xe chạy với tốc độ cao hoặc vòng tránh, vượt các xe tải có tốc độ thấp đang chạy trên đoạn leo dốc.

Theo các số liệu quan trắc ở nước ngoài thì số tai nạn giao thông xảy ra khi xe xuống dốc cao gấp 2-2,5 lần so với khi leo dốc. Số liệu thu thập được của trường đại học đường ôtô Moscow (Nga) trên các đoạn đường có độ dốc dọc lớn cho biết tai nạn xảy ra nhiều nhất (chiếm tới 40% tổng số tai nạn xảy ra trên các đoạn dốc) là do khi xuống dốc lái xe cho xe chạy quá tốc độ cho phép. Tình huống xảy ra tai nạn tương tự như vậy trên các đoạn đường dốc ở nước ta như dốc đèo Hải Vân, Đèo Ngang, Đèo Cù Mông, Đèo Cả ... (quốc lộ 1A). Đèo Bảo Lộc trên quốc lộ 24 đi Đà Lạt, Đèo Chiềng Đông (quốc lộ 6) và nhiều đoạn dốc qua đèo trên nhiều quốc lộ khác ...

Xem như thế thì rõ ràng khi xe xuống dốc nguy hiểm hơn khi lên dốc bởi một phần do chênh lệch tốc độ giữa các xe chạy nhanh chậm khác nhau khi xuống dốc, một phần do độ dốc dọc lớn làm tăng chiều dài hãm xe cần thiết để bảo đảm an toàn khi phải hãm phanh gấp.

Trên đoạn đường có độ dốc càng lớn thì tai nạn xảy ra càng tăng. Cụ thể, theo số liệu của A.P.Vaxiliev (Nga) thì số tai nạn phụ thuộc vào độ dốc dọc trên một đường vùng núi như sau:

Độ dốc dọc i_d, $^0/_{00}$	50	60	75
Số tai nạn AR (vụ/10^6 xe-km)	0,4	0,9	2,4

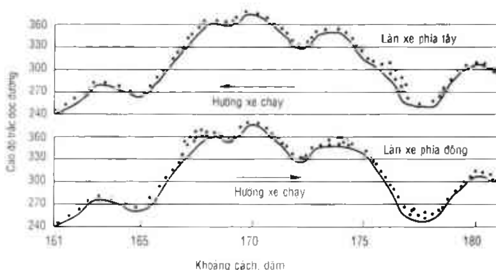
Theo số liệu của M. Raff (Mỹ) thì số tai nạn giao thông trên các đường hai làn xe có độ dốc dọc $i_d > 3^0/_{00}$ lớn gấp 1,14 lần so với các đoạn có độ dốc dọc nhỏ hơn.

Theo số liệu của F. Bitzl (CHLB Đức) thì quan hệ giữa số vụ tai nạn trên 1 triệu xe - km (AR) với độ dốc dọc (i_d, $^0/_{00}$) của đường là quan hệ bậc nhất:

$$AR = 1,61 + 0,013 i_d \quad (4.1)$$

Công thức 4.1 cho thấy ảnh hưởng của độ dốc dọc đến số tai nạn là không đáng kể. Điều này được giải thích là do trên các đoạn dốc ở Đức người ta đã phân làn rõ ràng và ngăn cấm vượt xe khi lên dốc.

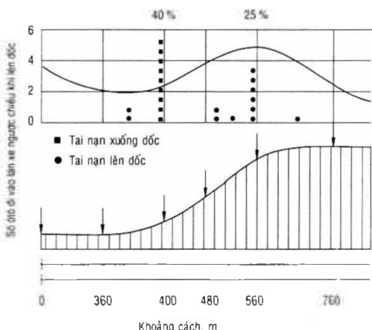
Đối với các loại xe tải có dự trữ lực kéo nhỏ không đủ khả năng tăng tốc khi vượt dốc, thêm vào đó là các xe tải kéo rơ-moóc khiến cho tai nạn khi leo dốc tăng. Theo số liệu của CHLB Đức thì 70% số tai nạn xảy ra trên các đường có độ dốc dọc lớn là do có xe tải.



Hình 4.1

Trên hình 4.1 biểu thị các tai nạn xảy ra trên trắc dọc của một đường trục ở Mỹ theo cả hai hướng và trên hình 4.2 biểu thị các tai nạn xảy ra trên trắc dọc tại một đoạn đường dốc ở Nga cùng với số ôtô đi lấn sang làn xe ngược chiều khi lên dốc.

Các biểu đồ cho thấy số tai nạn xảy ra nhiều nhất tại các đoạn lên dốc và cuối các đoạn xuống dốc.



Hình 4.2

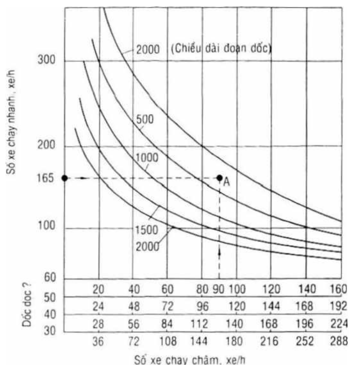
Đặc biệt khi các độ dốc dọc được bố trí trùng với các đường cong nằm thì độ dốc dọc càng lớn, bán kính đường cong nằm càng nhỏ số vụ tai nạn càng tăng. Để thấy rõ kết luận này ta tham khảo số liệu nghiên cứu trường hợp nêu trên ở các đường trục của CHLB Đức dưới đây:

Bảng 4.1

Độ dốc dọc, i_d ‰	Bán kính đường cong nằm R, m				
	> 4000	3000-4000	2000-3000	1000-2000	400-1000
	Số vụ tai nạn (vụ/10^6 xe - km)				
0 - 20	0,28	0,42	0,40	0,50	0,73
20 - 40	0,20	0,25	0,20	0,70	1,06
40 - 60	1,05	1,30	1,50	1,85	1,92
60 - 80	1,32	1,55	1,70	2,00	2,33

Từ số liệu bảng 4.1 cho nhận xét: số vụ tai nạn giao thông tăng mạnh ở độ dốc $i_d \geq 40^0/_{00}$ đồng thời cho phép giới hạn bán kính tối thiểu của đường cong khi nằm trên đường có độ dốc dọc. Đây cũng là lý do vì sao cần hạn chế độ dốc dọc tối đa xuống còn trên dưới $40^0/_{00}$ đối với các đường trục được thiết kế với tốc độ xe chạy cao (V_{tk}=100-120 km/h)

Cũng chính vì để bảo đảm an toàn cho xe chạy mà trong quy trình thiết kế đường cao tốc của nước ta (TCVN 5729-97) quy định độ dốc dọc lên dốc tối đa $i_{dmax} = 50^0/_{00}$ với V_{tk} = 100 km/h và i_{dmax} = 40% với V_{tk} = 120 km/h. Đối với đường ôtô công cộng tiêu chuẩn thiết kế Việt Nam (TCVN 4054 : 2005) cũng đã quy định phải bố trí làn xe phụ leo dốc khi lưu lượng xe tải vượt quá 20 xe/h (trong dòng xe leo dốc có lưu lượng N > 200 xe/h) tại những đoạn có độ dốc dọc $i_d \geq 40^0/_{00}$; chiều dài đoạn leo dốc này phải đạt L ≥ 800m. Ngoài ra, còn quy định chiều dài đoạn dốc tối đa phụ thuộc vào tốc độ thiết kế và độ dốc dọc của đoạn đường.



Hình 4.3

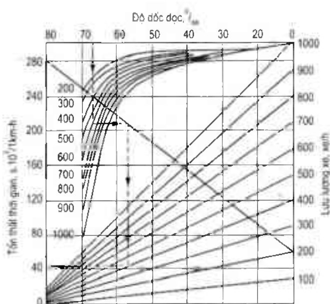
Một điều đáng chú ý trong quy trình thiết kế đường ôtô mới ban hành năm 2005 đã quy định độ dốc dọc lớn nhất thiết kế phụ thuộc không những vào cấp đường mà còn phụ thuộc vào địa hình. Ở vùng đồng bằng các đường ôtô cấp I, cấp I quy định độ dốc dọc lớn nhất rất thấp (cấp I: i_{dmax} = 3% ; cấp II i_{dmax} = 4%). Trong khi tiêu chuẩn thiết

kế đường cao tốc được ban hành từ năm 1997 thì quy định độ dốc dọc tối đa có trị số cao hơn và chỉ phụ thuộc vào tốc độ tính toán mà không phụ thuộc vào điều kiện địa hình. Vấn đề này, theo chúng tôi cần được xem xét bổ sung bởi vùng đồng bằng do địa hình bằng phẳng chỉ nên giới hạn độ dốc dọc lớn nhất ở trị số thấp nhất như đã nêu trong tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô (TCVN 4054 : 2005).

Theo quy trình thiết kế đường ôtô của nước CHLB Đức (RAS - L) thì để bảo đảm an toàn cho xe chạy, tiết kiệm cho chi phí khai thác và năng lượng đã quy định độ dốc dọc không vượt quá 4%. Còn theo tốc độ thiết kế thì độ dốc dọc lớn nhất i_{dmax} = 5% với V_{tk} = 100 km/h (đối với đường đô thị)

Xem như vậy thì tại các đoạn trắc dọc có độ dốc cao xây dựng thêm làn xe phụ cho xe leo dốc sẽ là một biện pháp cần thiết và hữu hiệu để nâng cao khả năng thông hành và an toàn giao thông, đặc biệt là các đoạn dốc có lượng xe tải lưu thông cao và đường có hai làn xe.

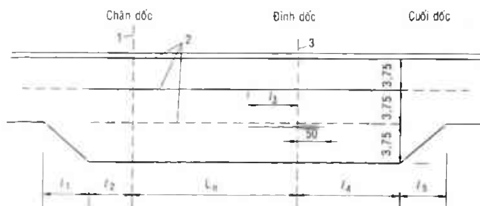
Để xác định chiều dài đoạn leo dốc thì ngoài thông số là trị số độ dốc dọc chiều dài này còn phụ thuộc vào lượng xe chạy chậm (các xe tải, xe kéo moóc, container...) và lượng xe chạy nhanh (các loại xe con, xe du lịch...). Trên hình 4.3 là toán đồ xác định chiều dài đoạn dốc phụ thuộc vào ba thông số trên. Toán đồ được lập trên cơ sở phân tích theo chỉ tiêu tổn thất thời gian leo dốc ở các độ dốc khác nhau của các xe chạy nhanh và xe chạy chậm. Các tổn thất thời gian này được đánh giá tổng hợp và được thể hiện trên toán đồ hình 4.4.



Hình 4.4

Các đường cong trên hình 4.3 ứng với chiều dài các đoạn lên dốc khác nhau. Ví dụ: tại đoạn dốc 60‰ lượng xe chạy nhanh là 165 xe/h ta có giao điểm A nằm giữa 2 đường cong ứng với chiều dài dốc là 500m và 200m, có thể nội suy để thấy cần phải xây dựng đoạn dốc 60‰ có chiều dài bằng 300m là hợp lý.

Sơ đồ bố trí hợp lý để xe chạy an toàn đoạn phụ leo dốc bao gồm đoạn đi lên đỉnh dốc và đoạn xuống dốc để xe đi từ làn phụ nhập vào làn chính được trình bày trên hình 4.5.



Hình 4.5

Trong đó:

L_n - chiều dài đoạn lên dốc cơ bản;

l_1 - đoạn chuyển tiếp từ hai làn sang ba làn;

l_2 - chiều dài tối thiểu của làn phụ trước chỗ xe lên dốc;

l_3 - chiều dài giới hạn không cho phép xe từ làn phụ chuyển sang làn chính;

l_4 - đoạn qua dốc dùng cho xe từ làn phụ tăng tốc nhập vào làn chính;

l_5 - chiều dài chuyển tiếp để xe ở dải phụ (làn 3) nhập vào làn chính.

Các chiều dài trên được xác định như sau:

$$l_1 \approx 0.9V \qquad (4.2)$$

Trong đó: V: tốc độ của xe ở trước đoạn lên dốc, km/h

$$l_3 = (0.10 - 0.15)l_n \text{ khi bán kính } R > 400m; \qquad (4.3a)$$

$$l_3 = (0.30 - 0.40)l_n \text{ khi bán kính } R < 400m; \qquad (4.3b)$$

Chiều dài của đoạn chuyển tiếp từ ba làn sang hai làn l_5 được xác định từ điều kiện thuận lợi cho xe nhập vào dòng chính và được tính bởi công thức:

$$l_5 = B\text{tg}\alpha \tag{4.4}$$

Trong đó:

B - bề rộng làn xe phụ, m;

α - góc nhập từ làn phụ vào hai làn chính; góc này có trị số $\alpha = 5°$ là điều kiện thuận lợi nhất để cho xe lách dòng. Còn các trị số l_2 và l_4 được xác định phụ thuộc vào tốc độ thành phần lưu lượng xe chạy theo lý thuyết phục vụ đám đông. Cụ thể :

$l_2 = 0$ khi $l_d < 500$m và lưu lượng xe $N < 350$ xe/h. Khi lưu lượng xe chạy $N > 400$ xe/h thì chiều dài l_2 có thể lấy bằng chiều dài xếp hàng của tất cả các xe đi sau xe chạy chậm trong suốt thời gian chạy qua đoạn dốc.

Bạn đọc có thể tham khảo các trị số l_i áp dụng ở một số nước khác nhau được trình bày trong chương 9 sau này.

Cuối cùng, để xét ảnh hưởng lớn hay nhỏ của trị số độ dốc dọc đến an toàn xe chạy, tại Nga người ta đã đưa vào các hệ số ảnh hưởng, trong đó lấy độ dốc dọc $i_d = 2\%$ làm căn cứ với hệ số ảnh hưởng $k_y = 1$ như sau:

Độ dốc dọc i_d, %	2	3	4	5	7	8
Hệ số ảnh hưởng k_y	1	1,5	1,75	2,5	3	4

4.1.2. Ảnh hưởng của tầm nhìn trên trắc dọc đến an toàn xe chạy

Ảnh hưởng của tầm nhìn trên trắc dọc đến an toàn xe chạy cũng tương tự như trên bình đồ. Khi tầm nhìn trắc dọc bị giảm hoặc bị hạn chế thì nguy cơ xảy ra tai nạn sẽ tăng lên. Xem xét tầm nhìn trên trắc dọc không chỉ xem xét quy luật thay đổi tầm nhìn trên cùng một đoạn dốc, mà cần phân tích khoảng cách tầm nhìn của lái xe thay đổi trên các đoạn trắc dọc phối hợp có độ dốc dọc khác nhau về trị số và chiều (lên, xuống) trong quá trình xe chạy; đồng thời phải nghiên cứu đặc điểm của các vùng che khuất tầm nhìn của lái xe trên chúng. Điều này được thể hiện rõ trên hình (4.6) khi chúng ta dựng các tia nhìn của lái xe trên trắc dọc (hình 4.6a), khoảng cách tầm nhìn mặt đường (hình 4.6b) và xác định đoạn trên trắc dọc bị che khuất tầm nhìn (hình 4.6c).

Từ đồ thị hình 4.6 cho thấy tầm nhìn của người lái xe liên tục bị thay đổi trên trắc dọc tuỳ thuộc vào chỗ nhô cao của đường che lấp và khi đi gần tới vị trí có tầm nhìn nhỏ nhất trên trắc dọc thì các ôtô con muốn vượt bằng cách lái xe lấn sang làn ngược chiều thì có thể dẫn đến tai nạn nếu gặp phải xe ngược chiều đang chạy tới và hai bên xử lý không kịp.

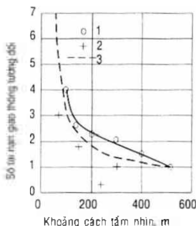
***Hình 4.6:** Dựng đồ thị tầm nhìn trên đường*

a) Vị trí tia nhìn của người lái xe; b) Khoảng cách tầm nhìn mặt đường;

c) Chiều sâu vùng bị che khuất;

1- Đoạn ở đó lái xe không nhìn thấy xe con sau phần trắc dọc bị lõm xuống

Thống kê số tai nạn giao thông ở nước ngoài cho thấy rằng số tai nạn xảy ra khi khoảng cách tầm nhìn không đủ trên trắc dọc còn lớn hơn số tai nạn xảy ra tại khoảng cách tầm nhìn không đủ trên bình đồ. Hình 4.7 biểu thị quan hệ giữa khoảng cách tầm nhìn trên trắc dọc với số tai nạn giao thông tương đối AR (vụ/10^6 xe - km).

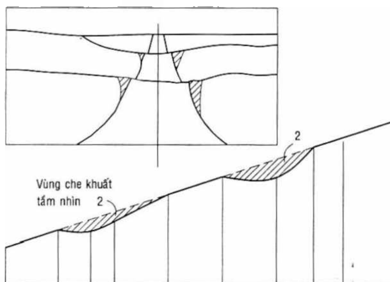


Hình 4.7

Các sai lầm khi xây dựng không bảo đảm tầm nhìn trên trắc dọc dẫn đến tai nạn giao thông là:

- Không gọt đỉnh dốc đủ bảo đảm khoảng cách tầm nhìn trên các đường cong đứng lồi.

- Bố trí các đường cong đứng lồi và lõm liên tiếp nhau, bám sát địa hình đã tạo ra những vùng bị che khuất tại các chỗ lõm trên trắc dọc (như vị trí 2 trên hình 4.8).



Hình 4.8

4.2. ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC YẾU TỐ TRẮC NGANG ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Các yếu tố của trắc ngang có ảnh hưởng đến an toàn xe chạy bao gồm:

- Bề rộng phần xe chạy và số làn xe
- Bề rộng của lề đường
- Dải phân cách
- Bó vỉa và dải mép

Dưới đây xem xét ảnh hưởng của từng yếu tố của trắc ngang.

4.2.1. Ảnh hưởng của bề rộng phần xe chạy

Kích thước lớn, nhỏ của bề rộng phần xe chạy ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn giao thông. Phần xe chạy có bề rộng càng hẹp thì càng gây khó khăn cho lái xe khi tránh nhau, vượt xe hoặc gặp xe đi ngược chiều.

Với mặt đường hẹp, khoảng cách giữa mép ngoài của 2 thùng xe cũng như khoảng cách của bánh xe và mép lề đường không gia cố sẽ không bảo đảm đủ để cho lái xe tin tưởng, mặc dù gặp các tình huống cần thiết đã giảm tốc độ. Do đó, trên đường có bề rộng phần xe chạy hẹp thường xảy ra tai nạn giao thông nhiều hơn do các xe va quệt nhau khi vượt, khi tránh xe hoặc đâm vào xe ngược chiều.

Số liệu trong bảng 4.2 là kết quả nghiên cứu về số tai nạn phụ thuộc vào bề rộng phần xe chạy vào những năm 1950, 1960, 1970 trước đây tại Thụy Điển.

Bảng 4.2

Thập niên xây dựng đường	% tai nạn bị chấn thương/10^6 xe - km			
	Hẹp	Trung bình	Rộng	Tổng hợp
Những năm 50	0,31	0,29	0,28	0,30
Những năm 60	0,32	0,28	0,41	0,33
Những năm 70	0,28	0,26	0,26	0,27
Toàn bộ	0,29	0,27	0,31	0,29

CHLB Đức đã đưa các con số về tai nạn phụ thuộc vào bề rộng phần xe chạy như sau:

Bảng 4.3

Bề rộng phần xe chạy B, m	4 - 5,5	5,5 - 6,5	6,5 - 7,5	7,5 - 8,5	> 8,5
Số tai nạn	7,40	5,97	4,84	3,80	2,45

Nghĩa là, khi bề rộng mặt đường rộng gấp đôi (so với bề rộng 4m) thì số tai nạn gần như giảm một nửa, và số tai nạn giảm mạnh khi bề rộng mặt đường B > 8m

Cũng theo các kết quả quan trắc của CHLB Đức thì số xe tải gây tai nạn giao thông sẽ tăng khi bề rộng phần xe chạy hẹp. Cụ thể như sau:

Bảng 4.4

Bề rộng đường, m	6,2	6,8	7,1	7,3	8
Số xe tải gây tai nạn vượt quá, %	12	7,4	2,4	2,5	0,1

Các số liệu khảo sát ở các nước cũng chứng tỏ rằng, với đường hai làn xe có bề rộng phần xe chạy thường được chọn B = 7,5m thì điều kiện xe chạy của hai loại xe con và xe tải là như nhau và bề rộng này được chấp nhận theo điều kiện an toàn cho chạy xe.

Nếu đem so sánh ảnh hưởng của các bề rộng phần xe chạy có trị số khác nhau với bề rộng được lựa chọn thông thường cho hai làn xe B = 7,5m có hệ số ảnh hưởng tương đối bằng 1 thì trị số trung bình của các hệ số ảnh hưởng đối với bề rộng đường sẽ bằng:

Bảng 4.5

Bề rộng phần xe chạy, m	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	9
Hệ số ảnh hưởng tương đối	2,2	1,7	1,4	1,3	1,1	1,05	1,0	0,9	0,8

Tuy nhiên, việc lựa chọn bề rộng phần xe chạy liên quan đến bề rộng của mỗi làn xe. Bề rộng mỗi làn xe được lựa chọn phải dựa trên cơ sở các luận cứ kinh tế kỹ thuật ứng với mỗi cấp đường phù hợp với lưu lượng, thành phần và tỷ lệ % lượng xe chiếm đa số

trong thành phần dòng xe cùng nhiều yếu tố khác như điều kiện địa hình, loại đường (đường ôtô công cộng hay đường đô thị, đường cao tốc hay đường trục chính toàn thành ...). Ví dụ: đường ôtô cấp thấp quy định bề rộng một làn xe nhỏ hơn đối với đường cấp cao; đường đô thị thiết kế làn xe dành cho dòng xe con sẽ có bề rộng nhỏ hơn làn dành cho các loại xe tải.

Liên quan chặt chẽ đến bề rộng phần xe chạy là số làn xe. Khi xem xét ảnh hưởng của số làn xe đến an toàn giao thông ta không nên chỉ xét riêng cho từng loại đường mà cần phải so sánh số tai nạn giao thông theo các đường có số làn xe khác nhau để xác định được hệ số ảnh hưởng trung bình so với đường có hai làn xe thông thường. Hệ số này được xác định như sau:

- Đường hai làn xe có hệ số ảnh hưởng bằng 1;
- Đường ba làn xe có hệ số ảnh hưởng bằng 1,5;
- Đường bốn làn xe có hệ số ảnh hưởng bằng 0,8.

Thông thường phần xe chạy được thiết kế với số làn xe chẵn (2 làn, 4 làn, 6 làn...) để bảo đảm số làn chia đều theo hai hướng. Trường hợp đường ôtô có phần xe chạy được tách riêng phần nền đường và mặt đường thì số làn theo các chiều khác nhau có thể không bằng nhau tuỳ thuộc vào lưu lượng xe chạy theo mỗi hướng và phương án tổ chức giao thông (ví dụ: tất cả các phương tiện giao thông đều đi trên một đường chiều đi nhưng chiều ngược lại các loại xe có thể được tổ chức đi theo hai đường khác nhau với số làn xe của mỗi đường ít hơn).

Phần xe chạy có ba làn xe thường ít được áp dụng ngoại trừ trường hợp lưu lượng xe chạy theo hai hướng không bằng nhau, khi đó ở hướng có lưu lượng lớn hơn người ta thường xây dựng hoặc mở rộng thêm một làn để tạo thành hai làn xe, hai làn này được tách biệt với làn ngược chiều bằng sơn vạch liền nét để bảo đảm giao thông an toàn. Trên nhiều đường phố ở nước ta mặt cắt ngang thường có bề rộng phần xe chạy B = 10,5m; bề rộng này thực chất chỉ bao gồm phần dành cho xe cơ giới (hai làn xe) rộng 3,75m × 2 = 7,5m; phần còn lại rộng 3,0m chính là để dành cho 4 làn xe thô sơ (mỗi bên hai làn rộng 0,75 × 2 = 1,5m).

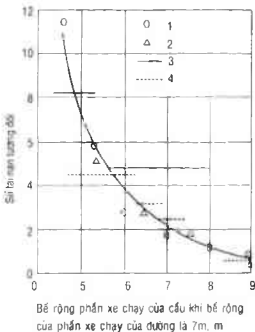
Loại trắc ngang có bề rộng như trên sẽ nâng cao được khả năng thông hành và tăng mức độ an toàn giao thông do cả hai loại xe (cơ giới và thô sơ) có thể sử dụng phần mặt đường của làn xe khác loại.

Cũng liên quan đến bề rộng phần xe chạy là bề rộng mặt cầu. Thông thường bề rộng mặt cầu dành cho các loại phương tiện giao thông đi lại thường được xây dựng bằng bề rộng phần xe chạy trên đường vào cầu. Song, hai bên phần xe chạy của mặt cầu được bố trí cho người đi bộ giống như vỉa hè cùng các công trình nhân tạo ở gần mép phần xe chạy như bị bó hẹp lại khiến cho lái xe lo ngại bị va chạm nên thường lái cho xe lùi vào

phía tim đường, nhất là khi xe chạy với tốc độ cao làm giảm hiệu quả sử dụng bề rộng mặt cầu và có khi va quệt phải xe đi ngược chiều.

Tuy nhiên, nguy hiểm hơn cả là tại các vị trí đường dẫn lên hai đầu cầu, tại đó phần lề đường ở hai bên bị thu hẹp lại để tiếp giáp với phần đi bộ ở hai vên cầu. Do đường bị thu hẹp nên các đường lên cầu được đóng các cọc an ninh ở hai bên mép nhằm dẫn hướng cho lái xe, và tai nạn thường xảy ra tại những chỗ này do ôtô đâm vào các cọc an ninh.

Trên hình 4.9 biểu thị mối quan hệ giữa bề rộng của mặt cầu khi bề rộng phần xe chạy của đường ôtô là 7m với số tai nạn tương đối (vụ/10^6 xe - km) được lập từ các số liệu nghiên cứu của V.F. Babcov, O.A. Divöskin (Nga); AASHTO và M. Raff (Mỹ) những năm trước đây. Biểu đồ cho thấy số vụ tai nạn tăng mạnh với cầu có bề rộng mặt đường nhỏ hơn 7m nhưng lại giảm đáng kể (gần như không xảy ra tai nạn) khi bề rộng mặt cầu tăng lên tới 10m.



Hình 4.9: *Sự phụ thuộc của số tai nạn giao thông gần cầu với bề rộng phần xe chạy của cầu*
1- V.F.Babkov (1965, Liên Xô); 2- O.A.Divotskin (1967, Liên Xô);
3- AASHTO (1945, Mỹ); 4- M.Raff (1953, Mỹ)

Việc thay đổi bề rộng phần xe chạy của mặt cầu so với bề rộng phần xe chạy của đường sẽ làm tăng hay giảm tai nạn giao thông. Nếu bề rộng mặt cầu hẹp hơn bề rộng phần xe chạy tổng cộng của đường và lề đường thì khả năng xảy ra tai nạn sẽ tăng lên. Người ta đưa ra hệ số ảnh hưởng K để đánh giá điều kiện an toàn cho xe chạy khi chênh lệch giữa bề rộng phần xe chạy của mặt cầu (Bmc) và bề rộng phần xe chạy của đường (Bmd) như sau:

$\Delta B = B_{mc} - B_{md}$ (mét)	K
-1	6
0	3
1	1,5
2	1,0

Rõ ràng, ngay cả khi bề rộng phần xe chạy của mặt cầu bằng bề rộng phần xe chạy của đường độ nguy hiểm cũng tăng (hệ số ảnh hưởng K = 3) đối với xe chạy. Chỉ khi mặt cầu có bề rộng lớn hơn mặt đường 2m thì điều kiện xe chạy trên cầu và trên đường mới tương tự nhau.

Các kết quả thực nghiệm ở Mỹ cho hay rằng, các đường bộ dành trên cầu và các cọc an ninh trên đường dẫn đến đầu cầu chỉ không gây ảnh hưởng đến các điều kiện xe chạy nếu như chúng không làm thu hẹp bề rộng của toàn bộ nền đường.

Như vậy, để bảo đảm an toàn cho xe chạy trên cầu và để chế độ chạy xe trên cầu gần như trên đường thì bề rộng mặt cầu (bao gồm phần xe chạy và đường bộ hành hai bên) nên được xây dựng bằng bề rộng nền đường và có thể không làm phần người đi bộ hai bên cầu cao hơn mặt đường như kiểu hè phố mà nên xây dựng chúng trên cùng cao độ với phần xe chạy đồng thời tách phần xe chạy và phần dành cho người đi bộ bằng gờ chắn có độ cao vừa phải (khoảng 30cm). Nghiên cứu về vấn đề này O.A.Đivôskin (Nga) đã cho chúng ta số liệu về tốc độ xe chạy trên cầu và tốc độ xe chạy trên các đoạn đường kề liền theo các điều kiện xe chạy khác nhau khi cải tạo mặt cầu từ 7m rộng tới 12,8m gần như có trị số tương ứng nhau như dưới đây:

Bảng 4.6

Điều kiện xe chạy	Tốc độ xe chạy V, km/h	
	Trên cầu	Trên các đoạn đường kề liền
Xe con cùng loại	62,7	65
Xe tải cùng loại	55,0	58
Gặp nhau trên cầu	55,0	59

4.2.2. Ảnh hưởng của lề đường

Trạng thái và bề rộng của lề đường cũng như cấu tạo của lề đường là những thông số ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn xe chạy.

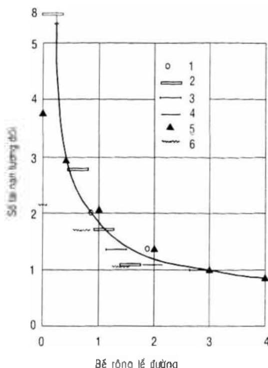
Kích thước của lề đường rộng hay hẹp, được gia cố hay không gia cố; tình trạng của lề đường bao gồm: dọc theo mép tiếp xúc tốt, xấu giữa lề đường và phần xe chạy tốt hay xấu, bề mặt lề bằng phẳng hay lồi lõm, độ cứng của lề ... có ảnh hưởng không nhỏ đến điều kiện xe chạy.

Lề đường có bề rộng hẹp thường làm tăng tai nạn giao thông là do những nguyên nhân sau:

- Khi xe đang chạy trên đường gặp sự cố phải lao ra lề với tốc độ cao do lề quá hẹp đã không thể dừng lại trong phạm vi của nền đường.

- Các ôtô đỗ trên lề có bề rộng hẹp sát ngay làn xe ngoài cùng sẽ làm giảm hiệu quả bề rộng của phần xe chạy khiến cho lái xe khi điều khiển ôtô đến gần nơi xe đỗ có xu hướng cho xe lấn sang làn xe bên cạnh hay làn xe của các xe đi ngược chiều tạo nên tình huống gây tai nạn.

Trên hình 4.10 thiết lập quan hệ giữa số tai nạn tương đối (vụ/10^6 xe - km) với bề rộng của lề đường theo các số liệu của bang New York; M. Raff, Williams và Fritts và AASHTO (Mỹ), của Na Uy và của O.A.Đivôskin (Nga).



Hình 4.10

1- Bang New York; 2- M. Raff (Mỹ) 3. Na Uy; 4- AASHTO;
5- O.A.Đivôskin (Nga); 6- Williams và Fritts (Mỹ).

Theo O.A. Đivôskin thì nếu ôtô đỗ cách xe mép mặt đường từ 2,7m trở lên sẽ không ảnh hưởng đến quỹ đạo chuyển động của các ôtô đi qua. Số tai nạn gây ra do xe buýt đỗ trên lề đường chiếm 7 - 12% trong đó 30% tai nạn là do người đi bộ đường đi qua chỗ xe đỗ.

Trên các đường chính ở ngoại ô các thành phố ở nước Anh số tai nạn do ôtô đỗ trên đường và trên lề đường theo số liệu thống kê những năm trước đây chiếm 10 - 20% tổng số tai nạn.

Quan trắc thống kê ở nước ngoài cho thấy khi lề đường có bề rộng đến 3,0 m thì ảnh hưởng của bề rộng lề đến tai nạn giao thông bắt đầu không thấy rõ rệt. Vì vậy, người ta đã chọn bề rộng cho phép tối thiểu của lề là 3,0m; và nếu lấy số tai nạn tương đối ứng với bề rộng lề đường là 3,0 làm cơ sở (đơn vị bằng 1,0) để so sánh với bề rộng khác nhau của lề đường thì hệ số ảnh hưởng tương đối của bề rộng lề được xác định như sau:

Bảng 4.7

Bề rộng lề đường, m	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Hệ số ảnh hưởng tương đối $K_{lề}$	2,2	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0

Quy trình thiết kế đường ôtô của nước ta hiện nay (TCVN 4054 - 2005) (Highway-Specifications for design) quy định lề đường có bề rộng từ 3,0 trở lên chỉ đối với đường cấp I, II có tốc độ thiết kế cao. Cụ thể:

Cấp đường	I	II
Tốc độ thiết kế, V_{tk}, km/h	120	100
Chiều rộng và (lề gia cố), m	3,50 (3,00)	3,00 (2,50)

Còn theo tiêu chuẩn đường cao tốc VN (TCVN 5729 - 97) thì lề gia cố nằm trong dải an toàn bao gồm cả dải mép. Cấu tạo của lề gia cố được yêu cầu có đủ độ cứng để bảo đảm chịu được xe đỗ khẩn cấp (nên còn gọi là dải dừng xe khẩn cấp). Kích thước cụ thể xin xem trong bảng 6.9 và hình 6.11 được trình bày tiếp theo ở dưới.

Tác dụng của lề gia cố nâng cao được an toàn chạy xe hơn hẳn so với lề đất, mặt khác vật liệu gia cố và trạng thái lề khác nhau sẽ ảnh hưởng đến mức độ an toàn xe chạy khác nhau. Có thể thấy rõ điều này bằng cách xem xét khoảng hở an toàn với suất bảo đảm 85% dưới đây:

Bảng 4.8

Cấu tạo và trạng thái lề đường	Khoảng hở an toàn ($\Delta b_{85\%}$), cm		
	Xe con	Xe tải	Khi hai xe gặp nhau
Lề gia cố bằng bê tông nhựa rộng 3,3m cùng màu sắc với phần xe chạy	12	-18*	-17*
Lề gia cố bằng sỏi cát có dải mép 75cm	60	48	20
Lề gia cố bằng đá dăm hạt vữa (d = 40 - 50cm)	100	64	47
Lề gia cố bằng đá lát	117	75	62
Lề đất đầm nén chắc	110	85	76
Lề đất lầy lội	185	128	90

** Ghi chú: dấu (-) là xe lấn sang lề*

Theo các kết quả quan trắc của O.A.Đivôskin và A.P.Sevyacôv (Nga) thì khoảng cách trung bình từ bánh sau của ôtô đến mép phần xe chạy đối với các loại lề đường khác nhau

Lề trơn lầy: 92cm;

Lề rải cát: 80cm;

Lề gia cố cát sỏi: 30cm.

Lề đất thường không bảo đảm an toàn cho xe chạy, nhất là vào mùa mưa lề đường bị ẩm ướt, bùn bẩn. Khi xe bị đi chệch ra lề đường bánh xe bị lún sâu vào nền đất, chênh lệch về sức cản và hệ số bám giữa lề đường và mặt đường quá lớn khiến xe bị trượt ngang. Bạn đọc có thể thấy rõ vấn đề này được trình bày chi tiết trong chương 5 về ảnh hưởng của sự thay đổi độ bám đến an toàn xe chạy. Khi chỉ có lề đất thì tâm lý của người lái xe là cho xe chạy xa mép mặt đường để bảo đảm an toàn, do vậy không tận dụng hết phần xe chạy của làn xe cạnh mép. Điều này không những làm giảm hiệu quả của phần mặt đường, giảm khả năng thông hành mà còn dễ gây mất an toàn khi gặp phải xe đi ngược chiều. Vì thế gia cố lề có ý nghĩa lớn để tạo điều kiện thuận lợi cho xe chạy.

Tuy nhiên khi lề đường được gia cố bằng vật liệu sỏi cuội rời rạc thì chính các viên sỏi rời rạc từ lề gia cố ở hai bên tràn vào mặt đường có thể bị bánh xe ôtô đang chạy đè lên và làm các viên sỏi bắn vào kính chắn gió của các xe khác đang cùng đi trong dòng và gây tai nạn. Trong trường hợp này, để bảo đảm không gây nguy hiểm cho xe chạy thì phải thường xuyên gạt sạch các sỏi cuội tràn từ lề sang mặt đường trong công tác duy tu bảo dưỡng đường.

Nghiên cứu ảnh hưởng của cấu tạo lề đường đến quỹ đạo của xe chạy ở Mỹ và nhiều nước khác cho thấy tác dụng khác nhau của màu sắc giữa mặt đường và lề đường. Khi lề đường làm bằng vật liệu khác với vật liệu mặt đường hoặc có màu sắc khác với mặt đường thì lề đường có tác dụng như một dải dẫn hướng phù hợp với nguyên tắc định hướng quang học. Do đó, lái xe tin tưởng và cho ôtô đi sát mép mặt đường hơn và hiệu quả sử dụng phần xe chạy của làn xe ngoài tăng cao và ngược lại. Dưới đây là kết quả thực nghiệm về cự ly dao động của quỹ đạo xe con đến mép phần xe chạy ứng với các loại lề đường có bề rộng và cấu tạo khác nhau.

Bảng 4.9

Loại lề đường	Cự ly dao động quỹ đạo xe con đến mép phần xe chạy, m
Lề sỏi rộng từ 0,9 - 1,5 m	1,83 - 1,77
Lề sỏi rộng từ 1,8 - 3,0m	1,95 - 1,65
Lề bêtông nhựa khác màu với mặt đường rộng từ 1,8-3,0 m	2,22 - 1,38
Lề bêtông nhựa cùng màu với mặt đường rộng 2,4m	2,71 - 0,99

4.2.3. Ảnh hưởng của dải mép, bó vỉa và dải phân cách

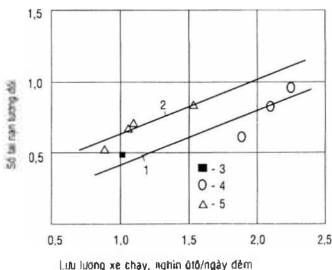
1. Ảnh hưởng của dải mép

Đối với đường ôtô dải mép được xây dựng nhằm chuyển tiếp giữa mặt đường và lề đường dọc theo phần xe chạy.

Dải mép có tác dụng làm cho lái xe điều khiển xe đi gần sát vào mép mặt đường, do đó tăng hiệu quả sử dụng phần xe chạy đồng thời có tác dụng giữ cho mép mặt đường khỏi bị phá hỏng do chênh lệch độ cứng giữa lề đường và mặt đường.

Hiện tượng hư hỏng ở mép phần xe chạy dọc theo đường thường là do mép bị gãy giống như hiện tượng cóc gặm, sau đó phát triển rộng ra phía phần xe chạy, tạo nên các ổ gà gây nguy hiểm cho xe chạy và làm giảm bề rộng thực tế của mặt đường. Hiện tượng các ôtô có thể va quệt nhau khi phải tránh các chỗ mép mặt đường bị phá hỏng là nguyên nhân xảy ra tai nạn giao thông.

Vì vậy, dải mép có ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn chạy xe. Trên hình 4.11 biểu thị quan hệ giữa số tai nạn tương đối (vụ/10^6 xe - km) với bề rộng dải mép của đường hai làn xe có phần xe chạy rộng 7m cho thấy bề rộng dải mép hẹp quá hoặc lớn quá đều không có lợi. Bề rộng dải mép trung bình 0,75m xem ra là hợp lý.



Hình 4.11: Ảnh hưởng của bề rộng dải mép đến số tai nạn giao thông
1- Mặt đường rộng 7m có dải mép; 2- Như trên, không có dải mép;
3- Bề rộng dải mép là 0,75m; 4- Như trên, rộng 0,5m; 5- Mặt đường không có dải mép

Thực nghiệm ở nước ngoài cho hay rằng, dải mép có bề rộng 0,50m hay 0.75m đều không thấy rõ sự khác biệt. Ở CHLB Đức người ta xây dựng dải mép rộng 0,75m trên các đường trục và 0,50 m trên các đường ôtô thông thường. Ở Nga, dải mép được xây dựng rộng 0,75m cho đường ôtô cấp I, cấp II và rộng 0,30 - 0,50 trên các đường cấp III,

cấp IV. Ở các nước Thuỵ Sỹ, Pháp, Anh dải mép được thực hiện với bề rộng hẹp hơn (20, 30, 40cm).

Khi dải mép được xây dựng bằng loại vật liệu khác màu với phần xe chạy (ví dụ như bê tông màu, bêtông trắng...) thì dải mép còn có tác dụng dẫn hướng cho lái xe chạy đúng quỹ đạo.

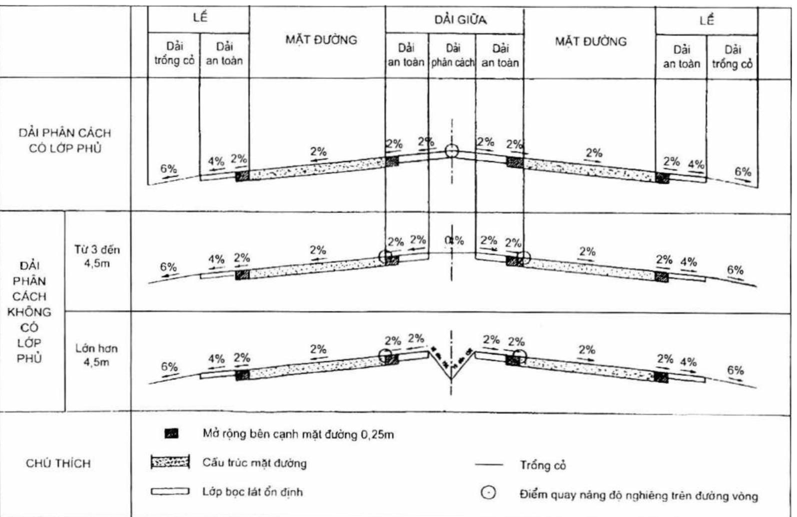
Các đường ôtô của nước ta hiện nay đang được xây dựng mới hoặc cải tạo đều có dải mép chính là dải dẫn hướng và được phân biệt với mặt đường bằng vạch sơn trắng liền nét rộng 20cm. Theo tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Việt Nam (TCVN 4054:2005) quy định đường có tốc độ thiết kế $V_{tk} \geq 60$km/h phải có dải dẫn hướng. Dải dẫn hướng là vạch kẻ liền rộng 20cm nằm trên lề gia cố sát với mép phần xe chạy. Trường hợp đường có dải phân cách ở giữa (khi đường có bốn làn xe trở lên) thì cạnh mép của dải phân cách ở hai bên đều có dải an toàn có gia cố rộng mỗi bên là 0,50m

Đối với đường cao tốc, theo quy trình TCVN 5729 - 97 thì dải mép ở hai bên phần xe chạy là phần mặt đường được mở rộng 0,25m và nằm trong dải an toàn. Với dải phân cách ở giữa của đường cao tốc thì dải mép cũng chính là phần mở rộng mặt đường rộng 0,25m nằm trong dải an toàn rộng từ 0,5 - 0,75m tuỳ thuộc vào cấu tạo của dải phân cách và cấp đường (hay tốc độ thiết kế). Trên phạm vi phần mặt đường giáp hai bên lề rộng 0,25m dùng sơn phản quang theo quy định kẻ sát mép mặt đường một vệt dẫn hướng rộng 0,20m, vệt dẫn hướng này phải được nhìn rõ cả ngày lẫn đêm.

Dưới đây là bảng thống kê các yếu tố của mặt cắt ngang đường cao tốc theo tiêu chuẩn của nước ta (TCVN 5729 - 97) và thể hiện rõ trên hình 4.12.

Bảng 4.10

Cấu tạo dải phân cách	Cấp đường ôtô cao tốc	Lề		Mặt đường	Dải giữa			Mặt đường	Lề		Nền đường
		Trồng cỏ	Dải an toàn		Dải an toàn	Dải phân cách	Dải an toàn		Dải an toàn	Trồng cỏ	
1. Có lớp phủ, không bố trí trụ công trình	60	0,75	2,5	7,0	0,5	0,5	0,5	7,0	2,5	0,75	22,0
	80	0,75	2,5	7,5	0,5	0,5	0,5	7,5	2,5	0,75	23,0
	100	0,75	3,0	7,5	0,75	0,5	0,75	7,5	3,0	0,75	24,5
	120	1,00	3,0	7,5	0,75	1,0	0,75	7,5	3,0	1,00	25,5
2. Có lớp phủ, có bố trí trụ công trình	60	0,75	2,5	7,0	0,5	1,5	0,5	7,0	2,5	0,75	22,0
	80	0,75	2,5	7,5	0,5	1,5	0,5	7,5	2,5	0,75	23,0
	100	0,75	3,0	7,5	0,75	1,5	0,75	7,5	3,0	0,75	25,5
	120	1,00	3,0	7,5	0,75	1,5	0,75	7,5	3,0	1,00	26,0
3. Không có lớp phủ	60	0,75	2,5	7,0	0,5	3,0	0,5	7,0	2,5	0,75	24,5
	80	0,75	2,5	7,5	0,5	3,0	0,5	7,5	2,5	0,75	25,5
	100	0,75	3,0	7,5	0,75	3,0	0,75	7,5	3,0	0,75	27,0
	120	1,00	3,0	7,5	0,75	3,0	0,75	7,5	3,0	1,00	27,5



Hình 4.12: *Các yếu tố mặt cắt ngang đường cao tốc*

Với nhiều tác dụng như đã trình bày ở trên, dải phân cách đã mang lại nhiều thuận lợi và an toàn cho xe chạy.

Theo thống kê của CHLB Đức trước đây thì trên các đường ôtô có xây dựng dải mép số tai nạn giảm một nửa so với đường ôtô chỉ có phần xe chạy tiếp giáp trực tiếp với lề đường.

2. Ảnh hưởng của bó vỉa

Đối với các đường đô thị, phần xe chạy được tách biệt với vỉa hè và dải phân cách bằng bó vỉa. Chiều cao của bó vỉa thường từ 15 - 18cm, cá biệt có thể cao tới 20 - 22cm nếu dải phân cách cần được nâng cao để giữ đất trồng cây. Hàng bó vỉa ngăn cách này sẽ làm cho lái xe có xu hướng đưa quỹ đạo chuyển động của xe về phía tim đường để đề phòng ôtô va quệt vào hè hoặc dải phân cách, đồng thời làm giảm tốc độ xe chạy khi vượt (thường là trên dưới 10km/h) so với đường không có bó vỉa.

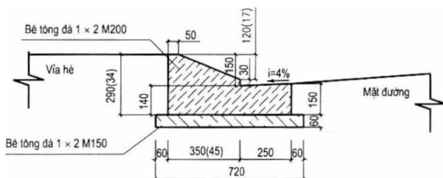
Ở các dải phân cách xây dựng với bó vỉa cao thường gây nguy hiểm cho các xe vượt do bánh xe va vào bó vỉa, theo nghiên cứu của nước ngoài, thì đây là nguyên nhân của 12% tai nạn giao thông. Vì thế, các đường ôtô ngoài thành phố không nên dùng bó vỉa hoặc dùng bó vỉa có chiều cao thấp ($h_{bv} \leq 6$ - 8cm) để không ảnh hưởng đến điều kiện xe chạy. Trong các thành phố bó vỉa được xây dựng đều phải tách xa phần xe chạy bằng các dải mép rộng từ 0,50 - 0,75m và được gọt tròn hoặc vát cong giữa mặt trước và mặt trên của đá vỉa.

Quy trình thiết kế đường đô thị của nước ta (20TCN104 - 83) hiện nay quy định dải ngăn cách giữa phần xe chạy với bó vỉa có bề rộng như sau:

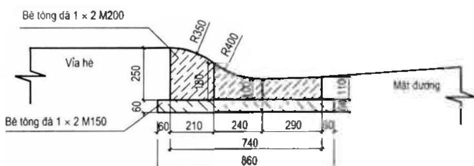
- Đường cao tốc đô thị 1,0m;
- Đường phố chính cấp I 0,75m;
- Đường phố chính cấp II 0,50m;
- Đường cấp khu vực trở xuống không quy định về dải mép, song thường được thiết kế với dải mép rộng 0,25m.

Việc xây dựng bó vỉa để ngăn cách giữa hè phố và phần xe chạy để bảo đảm cho người đi bộ đi trên vỉa hè, vì thế từ trước đến nay mặt ngoài của bó vỉa thường được cấu tạo thẳng đứng so với mặt đường. Khi xây dựng bó vỉa có cấu tạo như vậy (xem hình 4.3a) thì người ta thường xây dựng những đoạn vát có cao độ thấp tại một số vị trí quy định để dành cho xe lên hè đỗ. Tuy nhiên, thực tế hiện nay trong các thành phố, đô thị của Việt Nam phương tiện giao thông trong nội đô của người dân phần lớn là xe gắn máy 2 bánh và xe đạp. Do đó, để tạo thuận lợi lên xuống hè một cách thuận lợi cho các phương tiện này ngành giao thông công chính ở một số thành phố như Hà Nội, Hồ Chí Minh, Đà Nẵng đã cải tiến bó vỉa lát gờ hè phố có dạng hình cánh sen (hình 4.13b) hoặc

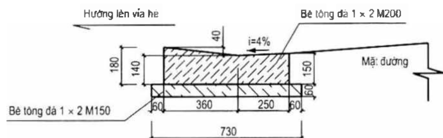
có dạng vát (ví dụ như bó vỉa mới xây dựng trên đường Trương Định, đường Bà Huyện Thanh Quan ở thành phố Hồ Chí Minh (hình 4.13a)). Các dạng này sẽ tạo thuận lợi cho người dân đi xe lên xuống giữa hè phố với mặt đường một cách thuận lợi, dễ dàng song cũng tiềm ẩn khả năng mất an toàn cho người dân sinh sống hai bên đường phố và người đi bộ trên vỉa hè khi gặp sự cố ôtô hoặc các phương tiện giao thông khác bất ngờ leo lên hè gây tai nạn.



a) Loại 1



b) Loại 2



c) Loại 3

Hình 4.13

3. Ảnh hưởng của dải phân cách

Đối với đường ôtô có hai làn xe, do bề rộng phần xe chạy không lớn nên người ta chỉ dùng sơn vạch liền nét để tách hai luồng xe chạy ngược chiều. Các đường ôtô cấp cao, đường cao tốc có lưu lượng và tốc độ xe chạy lớn hơn cần thiết phải xây dựng dải phân cách ở giữa nhằm ngăn ngừa tai nạn giao thông do dải phân cách có tác dụng sau:

- Tách biệt hẳn các dòng xe đi theo hai hướng ngược chiều, do đó nếu gặp trường hợp mặt đường trơn, lái xe mất khả năng điều khiển xe đi đúng hướng và bị trượt sẽ không chạy sang làn xe đối diện gây tai nạn nếu gặp xe ngược chiều.

Dải phân cách nếu có chiều cao đủ thì vào ban đêm có thể ngăn các tia chiếu sáng đèn pha của xe đi ngược chiều, không làm cho lái xe bị chói mắt và điều khiển xe chạy được an toàn.

Thống kê của CHLB Đức trước đây cho thấy 20% số tai nạn xảy ra trên đường trục là do xe lấn qua dải phân cách. Tại Mỹ, thống kê tai nạn giao thông ở bang California cho biết trên đường trục có lưu lượng xe chạy 15000xe/ ngày đêm có 19% tai nạn gây chết người do ôtô vượt qua dải phân cách. Ở nước ta, tuy chưa có tài liệu thống kê đầy đủ nhưng trên các đường quốc lộ thường có nhiều tai nạn xảy ra do ôtô trèo qua dải phân cách đã được thông báo trên các phương tiện thông tin đại chúng.

Bề rộng của dải phân cách có ý nghĩa đáng kể đến an toàn xe chạy. Khi tăng bề rộng dải phân cách số tai nạn giảm, quan trắc xe chạy trên đường cho thấy số tai nạn giảm đáng kể khi bề rộng của dải từ 5m trở lên.

Yêu cầu về kích thước bề rộng dải phân cách phụ thuộc vào tốc độ xe chạy. Khi chạy với tốc độ thấp, khoảng cách tầm nhìn yêu cầu nhỏ và bề rộng dải phân cách cần thiết không lớn. Ngược lại, xe chạy với tốc độ càng cao thì tầm nhìn yêu cầu càng cao và bề rộng dải phân cách cần thiết càng lớn. Lớn đến trị số mà thực tế không thể thực hiện được do quỹ đất dành cho đường cũng như điều kiện về tài chính bị hạn chế. Các số liệu nêu trong bảng (4.11) dưới đây chỉ ra các trị số tương ứng giữa tốc độ xe chạy, khoảng cách tầm nhìn yêu cầu và bề rộng cần thiết của dải phân cách.

Bảng 4.11

Tốc độ, km/h	Khoảng cách tầm nhìn yêu cầu S, m	Bề rộng cần thiết của dải phân cách, m
48	60	3 - 6
64	82,5	6 - 9
80	105	9 - 12
96	141	15 - 18
112	180	18 - 24

Vì vậy trong thực tế các tiêu chuẩn thiết kế thường chỉ quy định các trị số tối thiểu cụ thể như Tiêu chuẩn Thiết kế đường ôtô của Việt Nam (TCVN 4054:2005) quy định đường 4 làn xe trở lên bố trí dải phân cách. Chiều rộng tối thiểu của dải phân cách phụ thuộc vào cấu tạo của dải. Cụ thể như sau:

Bảng 4.12

Cấu tạo dải phân cách	Chiều rộng tối thiểu dải phân cách ở giữa, m
Dải phân cách bằng bêtông đúc sẵn bó vỉa có lớp phủ không bố trí trục (cột) công trình	1,50
Xây bó vỉa có lớp phủ có bố trí trụ (cột) công trình	2,50
Không có lớp phủ	4,00

Với đường ôtô cấp I, cấp II phải bố trí đường dành riêng cho xe đạp và xe thô sơ thì dải phân cách được bố trí trên lề gia cố (hoặc lề gia cố được mở rộng thêm) để tách biệt các luồng thô sơ và cơ giới bằng cách làm lan can phòng hộ mềm (tôn lượn sóng) tạo chiều cao là 0,8m so với mặt lề đường. Đường cấp III có thể tạo dải phân cách bằng hai vạch sơn kẻ song song liên tục (theo quy trình 22TCN 237 - 01).

Đối với đường cao tốc, tiêu chuẩn thiết kế của Việt Nam (TCVN 5729 - 97) cũng chỉ quy định dải phân cách có chiều rộng (không kể dải an toàn ở hai bên) từ 0,50m đến 3,0 tuỳ thuộc vào tốc độ thiết kế và cấu tạo của dải như đã được nêu trong bảng (4.10) ở trên

Ở các thành phố thì ngoài dải phân cách ở giữa để tách các luồng giao thông chính ngược chiều, tiêu chuẩn thiết kế đường đô thị của nước ta (20TCN104 - 83) còn quy định xây dựng các dải phân cách giữa các luồng giao thông chính với các luồng xe khác tùy thuộc vào cấp, loại đường phố như trong bảng dưới đây:

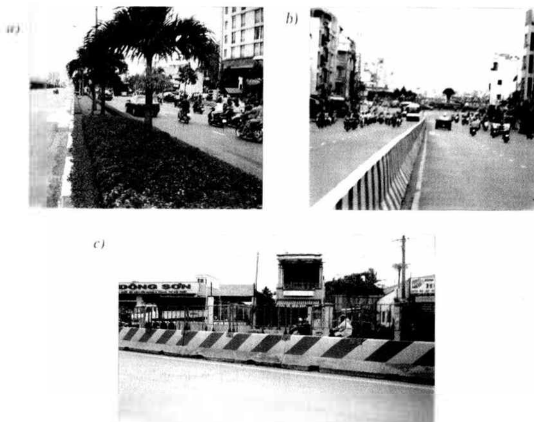
Bảng 4.13

Vị trí, chức năng của dải phân cách	Chiều rộng tối thiểu của dải phân cách (m)			
	Cấp, loại đường phố			
	Đường cao tốc	Cấp đô thị	Cấp khu vực	Cấp nội bộ
Phân cách luồng giao thông chính				
- Giao thông nội bộ	8 (5)	6 (2)		
- Giao thông xe điện	6 (2)	3 (2)	3 (2)	
- Giao thông xe đạp		3	2	2
- Giao thông đi bộ	3	3	3	2
Phân cách hè với đường xe điện		3	2	
Phân cách hè với đường xe đạp		2	2	2
Phân cách hướng ngược chiều trong luồng giao thông chính	4	3		

Có thể cấu tạo dải phân cách bằng nhiều loại vật liệu khác nhau. Hình thức cấu tạo của dải cũng có ảnh hưởng nhất định đến an toàn giao thông.

Các dải phân cách trồng thảm cỏ và các cây bụi thấp (hình 4.14a) có thể cho xe tự do chạy qua giúp cải tạo cảnh quan môi trường, giảm mệt mỏi cho lái xe, ngăn bụi và ngăn ánh sáng đèn pha của xe ngược chiều sẽ tăng an toàn giao thông.Loại dải phân cách này nếu có bề rộng lớn sẽ giảm được tai nạn đâm vào xe theo hướng ngược chiều khi xe bị trượt lao vào dải phân cách.

Loại dải phân cách làm bằng các tấm bê tông (thường được gọi là con lươn bêtông) ngăn được ánh đèn pha ngược chiều thường được xây dựng trên các đường quốc lộ từ 4 làn xe trở lên hay các đường trục chính trong các thành phố lớn của nước ta chỉ nên áp dụng trong điều kiện mặt bằng bị hạn chế. Loại này tiềm ẩn nguy cơ tai nạn khi ôtô bị mất tay lái hoặc do lái xe canh quỹ đạo xe không chính xác trong khi vượt nên đâm vào dải phân cách bêtông và gây ra những tai nạn nghiêm trọng (xem hình 4.14b). Do ý thức của người dân không nghiêm chỉnh việc chấp hành luật lệ giao thông, người dân thường trèo qua dải phân cách để băng qua đường mà không đi theo các nơi quy định nên thường xảy ra tai nạn. Để khắc phục vấn đề này ngành giao thông nước ta thường cho làm hàng rào sắt cao ghép trên dải bê tông hoặc đặt giữa các bụi cây nhỏ trên dải phân cách (xem hình 4.14c) mà chúng ta thường thấy trên các quốc lộ (quốc lộ 1A, quốc lộ 5...).



Hình 4.14

Chương 5

KHẢO SÁT CÁC ĐIỀU KIỆN VỀ ĐƯỜNG

ĐỘ NHÁM MẶT ĐƯỜNG VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THAY ĐỔI ĐỘ BÁM GIỮA BÁNH XE VỚI MẶT ĐƯỜNG ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

5.1. ĐỘ NHÁM CỦA MẶT ĐƯỜNG

Độ nhám của mặt đường là một nhân tố quan trọng quyết định độ bám của bánh xe với mặt đường, xác định khả năng chống trượt của mặt đường khi xe chạy và do đó ảnh hưởng lớn đến an toàn xe chạy.

Khi phân tích các tai nạn giao thông do các điều kiện đường gây ra cho thấy phần lớn các tai nạn xảy ra là do mặt đường bị trơn trượt không đủ độ nhám, dẫn đến không đủ độ dính bám của bánh xe với mặt đường, đặc biệt là khi trời mưa, mặt đường bị ẩm ướt.

Độ nhám của mặt đường bao gồm độ nhám vĩ mô (macrotexture) của cốt liệu và độ nhám vi mô (microtexture) của chính bề mặt đường.

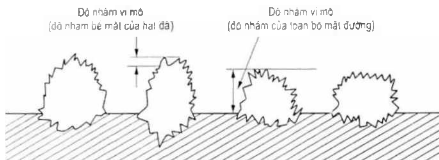
Độ nhám vĩ mô hình thành là do các cốt liệu nhô ra trên bề mặt đường tạo nên các rãnh nhỏ hay các vết xước trên mặt đường betông.

Độ nhám vi mô của mặt đường phụ thuộc chủ yếu vào đặc tính thạch học của cốt liệu và mật độ xe lưu thông trên đường. Những cốt liệu đá mặc dù rất cứng (như loại đá granit) nhưng nếu sức chịu mài mòn kém thì dưới tác động của thời tiết và tải trọng xe cộ đi lại sẽ nhanh chóng bị bào mòn làm mất dần độ nhám vi mô.

Độ nhám vi mô tuy được xác định bởi hình dạng kích cỡ của các cốt liệu sử dụng nhưng nó cũng phụ thuộc vào khả năng chống mài mòn của các cốt liệu này.

Xem như vậy thì khả năng chống mài mòn của cốt liệu làm lớp láng mặt sẽ có vai trò quyết định đến "tuổi thọ" của độ nhám mặt đường.

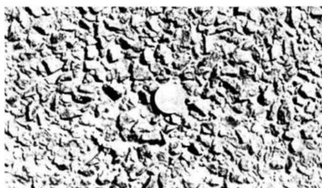
Trên hình 5.1 miêu tả độ nhám vi mô (hình 5.1a) và độ nhám vĩ mô (hình 5.1b) của lớp láng mặt. Trong đó độ nhám vi mô hình thành từ hình dạng xù xì của viên đá, còn độ nhám vĩ mô hình thành từ độ nhô cao (h) của viên đá trên mặt đường.



Hình 5.1

Khi xe chạy với tốc độ thấp (V≤ 50km/h) thì ảnh hưởng của độ nhám vi mô là chủ yếu và độ nhám vi mô của mặt đường cần thiết cho xe chạy trên đường ở tốc độ thấp cũng như ở tốc độ cao. Còn khi xe chạy ở tốc độ cao thì độ nhám vĩ mô đóng vai trò quan trọng đến an toàn xe chạy, nhất là khi gặp mặt đường bị ẩm ướt xe lại hãm phanh đột ngột gây nên hiện tượng trượt lướt (tạo ra hiệu ứng hydroplaning). Khi đó độ nhám vĩ mô sẽ tạo nên mạng các kênh thoát nước nhỏ li ti để chứa nước, cho phép phần lớn diện tích tiếp xúc của bánh xe vẫn bám trên mặt đường.

Như vậy, để mặt đường có khả năng chống trượt cao tạo độ bám tốt cho bánh xe với mặt đường thì cần có độ nhám vi mô cao để khi xe chạy, lốp xe ăn sâu vào bề mặt hạt cốt liệu, đẩy màng nước ra tạo nên sự tiếp xúc khô giữa bánh xe và mặt đường từ đó tăng được độ bám. Đồng thời mặt đường cũng cần độ nhám vĩ mô cao để tạo nên các kênh rãnh nhỏ cho lượng nước giữa lốp xe và mặt đường được thoát ra ngoài. Chúng ta có thể thấy rõ sự hình thành các "kênh rãnh" để thoát nước, trên mặt đường mà lớp láng mặt có độ nhám vĩ mô tốt biểu thị trên ảnh chụp (hình 5.2).



Hình 5.2

Dựa vào kết quả quan sát bề mặt ta có thể phân biệt được 4 mức độ của độ nhám vi mô và độ nhám vĩ mô của kết cấu như sau:

Bảng 5.1

Mức độ	Độ nhám	
	Vĩ mô macro (large)	Vi mô micro (fine)
A	Thô nhám - rough	Xù xì, ráp - harsh
B	Thô nhám - Rough	Nhẵn bóng - Polished
C	Nhẵn nhụi - Smooth	Xù xì, ráp
D	Nhẵn nhụi - Smooth	Nhẵn bóng - Polished

5.2. KHẢ NĂNG CHỐNG TRƯỢT CỦA ÔTÔ TRÊN ĐƯỜNG

Khả năng chống trượt của bánh xe ôtô trên mặt đường bao gồm hai thành phần:

- Thành phần lực chống trượt trễ F_r là do tổn thất năng lượng khi cao su của lốp xe bị biến dạng trong lúc bánh xe đang bị trượt hay đang lăn trên mặt đường.

- Thành phần lực dính bám F_a là do sự cọ sát của bánh xe cao su với các chỗ nhô lên của cốt liệu trên mặt đường nhám.

Lực chống trượt trễ F_r phát sinh cả khi mặt đường ở trạng thái khô ráo hay ẩm ướt, và đặc biệt được lưu ý khi mặt đường bị ẩm ướt.

Với lực dính bám F_a thì khi mặt đường khô ráo, lực dính bám F_a sẽ giảm do xuất hiện màng nước mỏng trên mặt đường (So với lúc mặt đường khô ráo giảm tới 50%).

Lực chống trượt tổng cộng bằng:

$$F_s = F_r + F_a \tag{5.1}$$

Khả năng chống trượt của bề mặt đường được đặc trưng bởi hệ số sức cản ma sát f_s giữa lốp xe với bề mặt. Trị số này được xác định như sau:

$$f_s = \frac{F_s}{Q} \tag{5.2}$$

Trong đó:

F_s - tổng lực của ma sát;

Q - trọng lượng truyền xuống của bánh xe.

Các nhân tố ảnh hưởng đến khả năng chống trượt của mặt đường bao gồm:

- Độ nhám vĩ mô và độ nhám vi mô của cốt liệu đá trên bề mặt đường.
- Tác dụng làm trơn mặt đường của nước và các chất lỏng khác (như dầu, mỡ ...).
- Cấu tạo của ôtô và của lốp xe sử dụng (tính chất lý - hoá của cao su dùng để chế tạo lốp xe, hình dạng vệt bánh xe, áp lực không khí trong bánh xe).

- Cuối cùng là điều kiện làm việc và chế độ xe chạy (như tăng hoặc giảm tốc, lấy đà, hãm xe...).

Hệ số sức cản ma sát thay đổi tuỳ thuộc vào mức độ bám chặt của phanh hãm. Khi hãm xe thì bánh xe quay chậm dần và chậm hơn so với sự dịch chuyển của ôtô rồi bắt đầu bánh xe trượt trên mặt đường.

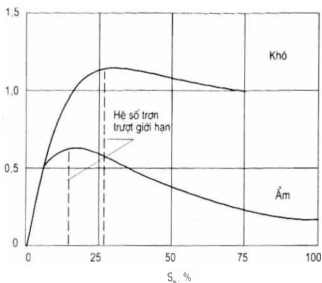
Quan trắc cho thấy khi không xuất hiện hiện tượng xe bị trơn trượt thì bánh xe quay tự do. Còn khi bánh xe bị hãm chặt thì 100% xảy ra tình trạng bánh xe bị trượt trên mặt đường.

Suất chuyển dịch trượt xây dựng mức độ bị giữ chặt của bánh xe được biểu thị bằng công thức:

$$S_b = \frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0} 100\% \quad (5.3)$$

Trong đó: ω_0, ω - số vòng quay (tốc độ góc) của bánh xe lăn trên đoạn có chiều dài xác định khi bánh xe lăn tự do và bánh xe bị giữ chặt lúc trượt.

Có thể thấy rõ quan hệ giữa hệ số sức cản ma sát f_s với suất chuyển dịch trượt S_b trên hình 5.3.



Hình 5.3. Sự biến đổi của hệ số sức cản ma sát tùy theo suất chuyển dịch trượt của bánh xe

Từ quan hệ $f_s = f(S_b)$ cho thấy:

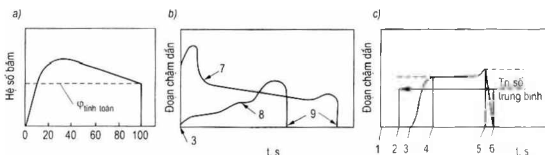
- Cùng một trị số suất chuyển dịch trượt thì mặt đường ở trạng thái khô ráo có hệ số sức cản ma sát lớn hơn so với mặt đường ẩm ướt.

- Ứng với hai trạng thái của mặt đường (khô ráo, ẩm ướt) sẽ có một trị số giới hạn của suất chuyển dịch trượt, khi đó hệ số sức cản ma sát của mặt đường đạt trị số lớn nhất.

- Khi bánh xe hoàn toàn bị giữ chặt thì suất chuyển dịch trượt S_b sẽ dần tới trị số bằng 0 và hệ số sức cản ma sát giảm.

Hệ số sức cản ma sát f_s tính theo công thức 5.2 ở trên chính là hệ số bám của bánh xe với mặt đường. Nếu ôtô chỉ có bánh sau là bánh xe chủ động thì thay trị số Q bằng tải trọng của các bánh xe chủ động G_k và khi đó hệ số bám: $\varphi = \frac{F}{G_k}$ (với F là lực bám lớn nhất). Nếu ôtô trang bị tất cả bánh xe đều là bánh xe chủ động thì Q chính là tổng tải trọng của cả xe.

Chúng ta khảo sát kỹ hơn quá trình lái xe hãm phanh để thấy rõ quan hệ giữa hệ số bám φ và suất chuyển dịch trượt của bánh xe (hình 5.4a); quan hệ giữa thời gian và đặc trưng hãm xe ứng với hai trường hợp bánh xe bị hãm chặt và không bị bó chặt (hình 5.4b); cùng thể hiện quá trình hãm xe theo thời gian (hình 5.4c) cho thấy: hệ số bám đạt được trị số lớn nhất khi suất chuyển dịch S_b đạt được không lớn (chỉ 20-30%) xem hình (5.4a). Từ hình (5.4b) ta nhận xét rằng, để nâng cao an toàn xe chạy các ôtô phải được trang bị các thiết bị chống bó phanh.



Hình 5.4

a) Sự phụ thuộc hệ số bám φ vào suất chuyển dịch trượt S_b;

b) Đặc trưng hãm xe khi bánh xe bị hãm chặt; c) Quá trình hãm xe

1- Tín hiệu hãm xe; 2- Đặt chân vào bàn đạp hãm; 3- Bắt đầu hãm;

4- Hiệu quả hãm đầy đủ; 5- Hiệu quả hãm xe tối đa; 6- Xe dừng lại;

7- Hãm xe khi gặp tai nạn; 8- Hãm xe kiểm tra (không hãm chặt); 9- Thời điểm dừng xe

Sức chống trượt của mặt đường thể hiện độ bám của bánh xe với mặt đường thông qua hệ số bám φ. Song hệ số bám của mặt đường lại phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Đó là:

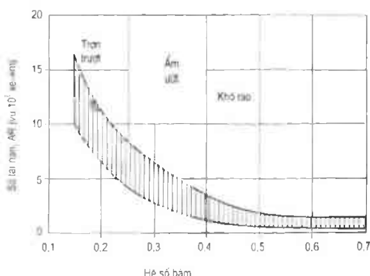
- Loại mặt đường;

- Tình trạng của mặt đường;
- Tốc độ xe chạy.

Tức là phụ thuộc vào vật liệu làm lớp mặt, độ nhám của mặt đường; phụ thuộc vào hiện trạng mặt đường đang ở trạng thái khô ráo hay ẩm ướt hoặc bị bùn bẩn, phụ thuộc vào nhiệt độ làm việc của mặt đường cao hay thấp ..., phụ thuộc vào chế độ xe chạy trên đường.

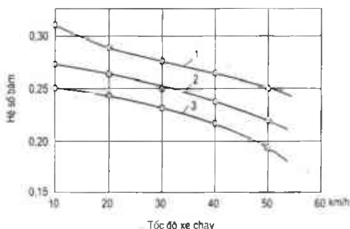
Phân tích các tai nạn giao thông xảy ra do điều kiện đường thì phần lớn nguyên nhân là do mặt đường bị trơn trượt, không đủ độ bám. Khi mặt đường khô ráo, hệ số bám φ có thể đạt tới φ = 0,6÷0,8 và xe chạy an toàn, nhưng khi hệ số bám giảm xuống φ < 0,4 thì khả năng xe chạy bị trơn trượt tăng gấp 10÷15 lần so với mặt đường khô ráo và tai nạn giao thông vì thế cũng tăng lên 3÷4 lần.

Trên hình 5.5 thể hiện mối tương quan tỷ lệ nghịch giữa số tai nạn AR (vụ/1 triệu xe - km) với hệ số bám φ phụ thuộc vào tình trạng mặt đường (trơn trượt, ẩm ướt và khô ráo).



Hình 5.5

Xe chạy với tốc độ càng cao thì diện tích tiếp xúc giữa bánh xe và mặt đường càng giảm, dẫn đến hệ số bám của bánh xe với mặt đường giảm. Trên hình 5.6 là kết quả đo hệ số bám của TS. V.I. Dzucôvơi (CHLB Nga) thay đổi theo tốc độ xe chạy trên 3 tuyến đường có kết cấu lớp mặt khác nhau là: bêtông nhựa hạt mịn, bêtông nhựa hạt lớn và mặt đường đất gia cố nhựa trong điều kiện mặt đường bêtông nhựa hạt lớn trơn, nhẵn không đủ độ nhám so với mặt đường bê tông nhựa hạt mịn (dmax ≤ 10mm).



Hình 5.6

1- Mặt đường bêtông nhựa hạt mịn; 2- Mặt đường bêtông nhựa hạt lớn;
3- Mặt đường đất gia cố nhựa

Do độ nhám của mặt đường liên quan chặt chẽ đến hệ số bám của bánh xe với mặt đường nên khi mặt đường không đủ độ nhám mặt đường bị trơn nhẵn, hệ số bám của bánh xe với mặt đường có trị số nhỏ làm cho ôtô dễ bị mất ổn định khi chạy trên đường, nhất là khi ôtô đi vào đường cong, gây nguy hiểm cho xe chạy (ôtô có thể bị trượt ngang hoặc bị lật đổ). Vì vậy, trên các đường ôtô hiện hữu đang khai thác cần thiết phải kiểm tra độ nhám định kỳ để kịp thời có giải pháp thích hợp nâng cao độ nhám và hạn chế tốc độ xe chạy khi cần thiết. Quy trình "tiêu chuẩn kỹ thuật bảo dưỡng thường xuyên đường bộ" (22TCN 306-03) của Việt Nam đã đưa ra cách đánh giá độ nhám mặt đường bằng phương pháp rắc cát (thực hiện theo quy trình 22TCN 278-01) như sau:

Bảng 5.2

Chiều sâu trung bình của vệt cát H_{tb} (mm)	Đặc trưng độ nhám bề mặt	Phạm vi áp dụng
$H_{tb} < 0,25$	Rất nhẵn	Không nên dùng
$0,25 \le H_{tb} \le 0,35$	Nhẵn	V < 60km/h
$0,35 \le H_{tb} \le 0,45$	Nhẵn	60 ≤ V ≤ 80km/h
$0,45 \le H_{tb} \le 0,80$	Trung bình	80 ≤ V ≤ 120km/h
$0,80 \le H_{tb} \le 1,20$	Thô	V > 120km/h
$H_{tb} > 1,20$	Rất thô	Đường qua nơi địa hình đi lại khó khăn, nguy hiểm (đường vòng quanh co, đường cong có bán kính <150km/h mà không hạn chế tốc độ, đoạn đường có độ dốc dọc >5%, chiều dài dốc >100m)

Tuy nhiên, theo chúng tôi thì cách đánh giá hệ số mức độ bám của mặt đường $K_{bám} = \frac{H_m}{H_{qd}}$ theo phương pháp rắc cát sẽ không cho kết quả thật đáng tin cậy, nhất là đối với mặt đường bêtông nhựa. Tốt nhất là nên sử dụng thiết bị con lắc Anh để xác định hệ số bám của mặt đường thông qua sức kháng trượt đo được trên mặt đường.

Sự thay đổi đột ngột của hệ số bám khi ôtô đang đi từ đoạn đường có độ bám bình thường φ_1 chuyển sang đoạn trơn có độ bám nhỏ φ_2 ($\varphi_2 < \varphi_1$) sẽ gây nguy hiểm cho xe chạy vì lái xe thường không chú ý hoặc không rõ tình trạng đường trơn ở đoạn sau nên không kịp xử lý để giảm tốc độ.

Ta có thể khảo sát hiện tượng này bằng cách giả thiết rằng, xe đang chạy với tốc độ v_1 trên đoạn đường bình thường có hệ số bám φ_1 bất ngờ đi vào đoạn đường trơn có hệ số bám $\varphi_2 < \varphi_1$ và giả sử rằng chiều dài hãm của xe là S_h, thì tốc độ bảo đảm cho xe chạy an toàn trên đoạn đường trơn phải bằng:

$$v_2 = \sqrt{2g.S_h.\varphi_2} \tag{5.4}$$

Nhưng $S_h = \frac{v_1^2}{2g\varphi_1}$

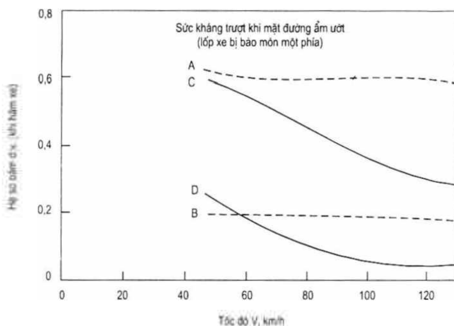
Nên
$$v_2 = v_1\sqrt{\frac{\varphi_2}{\varphi_1}} \tag{5.5}$$

Như vậy hệ số an toàn trong trường hợp này bằng:

$$K_{at} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\varphi_2}{\varphi_1}} \tag{5.6}$$

Từ công thức 5.6 ta thấy $\frac{\varphi_2}{\varphi_1} < 1$ nên $v_2 < v_1$ và đoạn đường xe đi tiếp theo càng trơn thì hệ số bám φ_2 càng nhỏ. Muốn bảo đảm xe chạy an toàn lái xe buộc phải giảm tốc độ xuống trị số v_2 phải càng nhỏ. Điều kiện này khiến lái xe không thể xử lý kịp khi bất ngờ gặp đoạn đường trơn.

Khi lốp xe bị bào mòn không đều (lệch về một bên) thì hệ số bám dọc cũng bị thay đổi. Trên hình 5.7 minh họa sự thay đổi của hệ số bám dọc phụ thuộc vào tốc độ xe chạy và mức độ nhám của mặt đường ở 4 mức A, B, C, D của bảng 5.1 ở trên.



Hình 5.7

Năm 2004, dưới sự hướng dẫn của tác giả, thạc sỹ Nguyễn Trí Cao đã tiến hành đo độ nhám mặt đường bằng thiết bị con lắc Anh ở mọ số đường trục chính của thành phố Hồ Chí Minh (các đường Điện Biên Phủ, Hùng Vương, Trần Hưng Đạo, Cộng Hoà, Trường Sơn, Huỳnh Tấn Phát, Lý Thường Kiệt, Nguyễn Văn Linh, Lê Đại Hành). Thông qua các kết quả đo sức kháng trượt của mặt đường biểu thị bằng trị số BPN (Bristish Pendulum Number) chúng tôi đã xử lý các số liệu và tìm được sự thay đổi độ nhám mặt đường vào tốc độ dòng xe và chiều dài hãm phanh theo các quan hệ sau:

$$\varphi_l = 39,868 V_d^{-1,1081} \qquad (5.7)$$

Và

$$\varphi_d = 1,6493 S_h^{-0,3615} \qquad (5.8)$$

Trong đó:

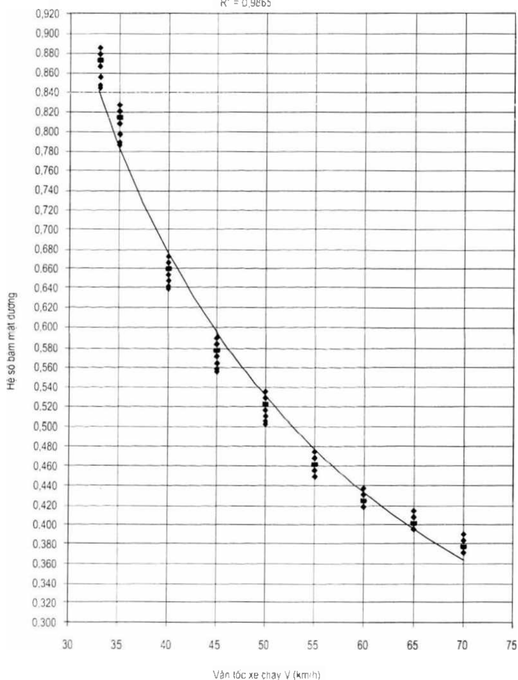
V_d - tốc độ dòng xe chạy trên các đường phố chính, km/h;

S_h - chiều dài hãm xe, m.

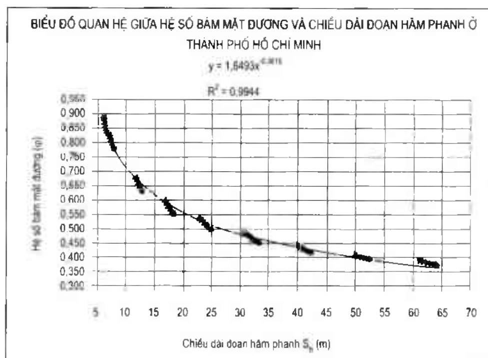
Từ công thức 5.8 rút ra công thức thực nghiệm xác định chiều dài hãm xe:

$$S_h = \left(\frac{\varphi_d}{1,6493}\right)^{\frac{1}{0,3615}} \qquad (5.9)$$

Các quan hệ trên được biểu thị trên hình 5.8 và hình 5.9.



Hình 5.8: Mối liên hệ giữa hệ số bám mặt đường với vận tốc xe chạy ở Tp. HCM



Hình 5.9: *Mối liên hệ giữa hệ số bám mặt đường với chiều dài đoạn hãm phanh ở Tp. HCM*

Với tốc độ thực tế của dòng xe chạy trên các đường phố chính tại thành phố Hồ Chí Minh hiện nay V_d = 35÷40 km/h do chúng tôi khảo sát, quan trắc và xử lý được theo quan hệ $V_d = V_o - \alpha.q$ (trong đó: V_o - tốc độ xe chạy tự do; q - mật độ xe /km.làn; α - hệ số ảnh hưởng của mật độ) tính được chiều dài hãm xe an toàn tối thiểu $S_h \approx$ 32m. Trong khi thực tế xe chạy trong dòng chỉ cách nhau với khoảng cách nhỏ ($l \lesssim$ 10m, không kể giờ cao điểm). Do vậy, mặt đường phố có hệ số bám trên không bảo đảm an toàn khi xảy ra một xe đi trước trong dòng gặp sự cố phải hãm xe đột ngột.

Những nghiên cứu trên cho thấy, để tăng khả năng thông hành và bảo đảm an toàn xe chạy ở thành phố Hồ Chí Minh nói riêng và hệ thống đường quốc lộ của nước ta nói chung đã đến lúc cần phải có giải pháp tăng độ nhám của mặt đường bêtông nhựa. Có thể làm một lớp tạo nhám bằng cách phủ lên lớp mặt bêtông nhựa thông thường hiện hữu một lớp bêtông nhựa polyme mỏng (very thin overlay - VTO) có độ nhám cao (thực hiện theo quy trình công nghệ 22TCN 345-2006 của bộ GTVT mới ban hành).

Cuối cùng cũng xin nhắc lại điều mà mọi người đều biết rằng, độ nhám mặt đường hoàn toàn không mâu thuẫn với độ bằng phẳng của mặt đường. Mặt đường có đủ độ nhám nhưng chưa chắc đạt được độ bằng phẳng, ngược lại, mặt đường đạt được độ bằng phẳng nhưng chưa hẳn đã bảo đảm đủ độ nhám.

Yêu cầu nâng cao an toàn xe chạy, nhất là trên các đường ôtô cấp cao, đường cao tốc, các đường trục chính thành phố, các đường cao tốc thuộc vành đai các đô thị lớn yêu cầu mặt đường vừa phải có đủ độ nhám, vừa phải bằng phẳng. Độ bằng phẳng của mặt đường được đánh giá theo chỉ số độ gồ ghề quốc tế IRI (International Roughness Index). "Tiêu chuẩn kỹ thuật Bảo dưỡng thường xuyên đường bộ" của Việt Nam (22TCN 306-03) đã quy định độ gồ ghề giới hạn cho phép (S_{gh}) như sau:

Bảng 5.3

Loại mặt đường	Cấp đường	Tình trạng mặt đường			
		Tốt	Khá	Kém	Rất kém
Cấp cao A1: Bêtông nhựa chặt, bêtông ximăng đổ tại chỗ	Đường cao tốc cấp 60	IRI ≤ 2	2 < IRI ≤ 4	4 < IRI ≤ 6	6 < IRI ≤ 8
	Đường ôtô cấp 60	IRI ≤ 3	3 < IRI ≤ 5	5 < IRI ≤ 7	7 < IRI ≤ 9
	Đường ôtô cấp 40 và 20	IRI ≤ 4	4 < IRI ≤ 6	6 < IRI ≤ 8	8 < IRI ≤ 10
Cấp cao A2: Bêtông nhựa rải nguội, rải ấm, thấm nhập nhựa, đá dăm nước láng nhựa	Đường ôtô cấp 60	IRI ≤ 4	4 < IRI ≤ 6	6 < IRI ≤ 8	8 < IRI ≤ 10
	Đường ôtô cấp 40 và 20	IRI ≤ 5	5 < IRI ≤ 7	7 < IRI ≤ 9	9 < IRI ≤ 11
Cấp thấp B1: Đường đá dăm nước có lớp bảo vệ rời rạc, đá gia cố CKDVC có láng nhựa	Đường ôtô cấp 40 và 20	IRI ≤ 6	6 < IRI ≤ 9	9 < IRI ≤ 12	12 < IRI ≤ 15
Cấp thấp B2: Đường đất cải thiện, đường đất gia cố CKDVC hoặc CKDHC có lớp hao mòn và bảo vệ	Đường ôtô cấp 40 và 20	IRI ≤ 8	8 < IRI ≤ 12	12 < IRI ≤ 16	16 < IRI ≤ 20

Trên thực tế, để đánh giá độ bằng phẳng của mặt đường trên các đường ôtô hay đường đô thị hiện đang khai thác, các Trung tâm kỹ thuật thuộc Cục quản lý đường bộ Việt Nam đã sử dụng kết hợp các thiết bị như: Profile Beam (hình 5.10a), Walking Profiler (hình 5.10b), hoặc Dipstick (hình 5.10c) được sản xuất tại Anh, Úc, Mỹ để đo gồ ghề quốc tế IRI trên một đoạn làm chuẩn kết hợp thiết bị đo sóc Romdas (hình 5.10d) gắn vào bánh xe ôtô thử nghiệm để đo độ sóc tích luỹ thể hiện qua chỉ số SV trên toàn tuyến. Trên hình 5.10d là toàn bộ thiết bị để đo độ sóc tích luỹ SV.



a)

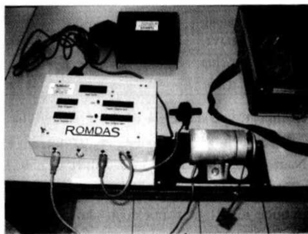




b)



c)



d)

Hình 5.10

Thông qua việc xử lý mối quan hệ IRI = f(SV) có thể xác định được độ gồ ghề quốc tế IRI cho từng đoạn trên toàn tuyến khảo sát.

5.3. ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THAY ĐỔI ĐỘ BÁM THEO CHIỀU RỘNG CỦA MẶT ĐƯỜNG ĐẾN ỔN ĐỊNH TRƯỢT NGANG CỦA ÔTÔ

Độ bám theo phương ngang của bánh xe với mặt đường (biểu thị bằng hệ số bám ngang φ_n) quyết định khả năng ổn định trượt ngang của ôtô chạy trên mặt đường.

Sự thay đổi của hệ số bám ngang theo bề rộng phần xe chạy là một trong những nguyên nhân quan trọng gây mất ổn định trượt ngang của ôtô. Đặc biệt là sự khác nhau giữa hệ số bám của mặt đường và hệ số bám của lề đường sẽ gây ra hiện tượng khi xe lăn một phần sang lề sẽ bị trượt xoay lúc hãm phanh.

Điều này được giải thích như sau: trên dải lề đường có hệ số bám ngang nhỏ, lúc hãm xe bánh xe bị hãm chặt sớm hơn so với bánh xe lăn trên dải mặt đường có hệ số bám ngang lớn vì sức chống trượt lớn hơn. Khi đó, chuyển động theo hướng thẳng của ôtô bị phá vỡ và xe bị trượt ngang.

Thực nghiệm cho thấy trong trường hợp xe bị trượt ngang thì các bánh xe sau được hãm sớm hơn so với các bánh xe trước là 0,5s.

Khi mặt đường có hệ số bám không bảo đảm đồng đều theo bề rộng phần xe chạy thì xe chạy với tốc độ càng cao xe càng dễ mất ổn định trượt ngang. Điều này cũng vẫn xảy ra đối với mặt đường có độ nhám khi xe chạy với tốc độ lớn hơn 90÷100km/h.

Trên các mặt đường trơn có nhiều bụi bẩn, không bằng phẳng, độ dính bám kém thông thường dễ xảy ra hiện tượng xe bị trượt ra phía mép khi hãm xe. Vì thế, khi đi trên các mặt đường như vậy để đề phòng xe bị trượt ra phía mép lúc hãm xe, lái xe thường phải xử lý đạp cần hãm từ từ với cường độ nhỏ và không sử dụng hết khả năng hãm phanh, ngay cả trong tình huống có tai nạn.

Một đoạn đường được coi là nguy hiểm, mất an toàn giao thông là đoạn đường có hệ số bám liên tục thay đổi cả theo chiều dọc và chiều ngang. Trên một làn xe theo chiều dọc của mặt đường hệ số bám thường bị giảm ở vị trí hai vệt bánh xe chạy do bánh xe cọ sát thường xuyên và liên tục lên mặt đường làm lớp vật liệu bề mặt bị bào mòn dần và độ nhám giảm. Trên các đoạn đường vòng bán kính nhỏ, hệ số bám của mặt đường ở vệt bánh xe phía bụng đường cong sẽ bị giảm nhanh hơn. Độ dốc siêu cao càng lớn tốc độ mài mòn của mặt đường càng tăng.

Hiện tượng trượt ngang của ôtô khi chạy với tốc độ cao thường xảy ra khi xe chuyển làn (chuyển nhanh từ làn này sang làn khác), khi quay đầu xe để vượt, khi gặp gió to và khi mặt đường không bằng phẳng. Khả năng xe bị trượt ngang bị lật càng cao khi hệ số

bám của bánh xe với mặt đường không đủ hoặc liên tục thay đổi theo chiều ngang hay chiều dọc tuyến.

Đây chính là một trong những nguyên nhân xảy ra tai nạn giao thông do điều kiện đường mà những người làm công tác quản lý, khai thác đường ôtô, đường đô thị chúng ta cần thấy rõ và có giải pháp khắc phục kịp thời.

Ở nước ta hiện nay vấn đề này chưa được các cơ quan quản lý và khai thác đường lưu tâm hoặc do chưa đủ điều kiện để nghiên cứu, điều tra khảo sát có những kết luận chính xác về những tai nạn giao thông xảy ra trên các quốc lộ, tỉnh lộ... Vì vậy, có thể có những vụ tai nạn xảy ra "không rõ nguyên nhân" là do mặt đường không đủ độ bám hay độ bám không đều khiến xe bị trượt hoặc bị lật khi đang chạy với tốc độ tương đối cao mà lái xe lại hãm phanh đột ngột.

Chúng ta có thể thấy rõ điều này bằng những số liệu nghiên cứu đã công bố ở nước ngoài như: theo số liệu của phòng thí nghiệm nghiên cứu đường bộ của Anh (TRRL) thì số tai nạn giao thông xảy ra do xe bị trượt ngang ra phía mép đường chiếm 24 - 26% tổng số tai nạn. Đặc biệt trên đường ẩm ướt, số tai nạn loại này tăng gấp đôi so với mặt đường khô.

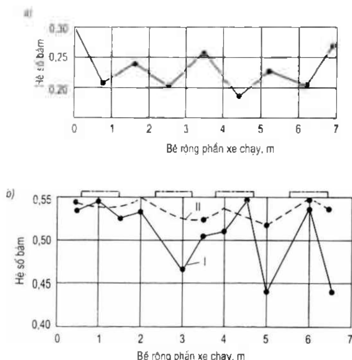
Ở Mỹ, thống kê cho thấy 58% số tai nạn xảy ra do hãm xe gấp, trong đó có 20% tai nạn do ôtô trượt ra mép.

Ta có thể so sánh điều kiện hãm xe trên các làn xe có độ bám khác nhau với điều kiện làm việc không đồng đều của bộ phận hãm trên các bánh xe; tức là thời điểm hãm xe xảy ra trên các bánh xe là không cùng một lúc. Bằng thực nghiệm thấy rằng, khi xe chạy với tốc độ 30km/h mà chênh lệch thời điểm hãm của các bánh ở trục trước là 20% thì khi hãm xe gấp ôtô có thể quay một góc $\alpha = 7°$ so với trục thẳng đứng, và khi hiệu số chênh lệch thời gian này là 40% khi xe chạy với tốc độ 50km/h thì góc quay của ôtô tăng đến 28°.

Nghiên cứu trên nhiều tuyến đường đang khai thác cho thấy chất lượng bám của mặt đường thay đổi đáng kể theo bề rộng của mặt đường.

Trên hình 5.11a là kết quả quan trắc của R.F. Lukasúc và trên hình 5.11b là kết quả quan trắc của Alecxêev (CHLB Nga) về sự thay đổi hệ số bám theo chiều ngang của mặt đường bêtông nhựa đã khai thác gần 3 năm.

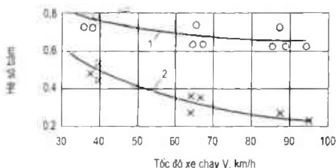
Những kết quả quan trắc ở Đan Mạch cho thấy hiệu số thay đổi hệ số bám ở dải vệt bánh xe gần mép đường so với trục đường chênh nhau 0,3 khi xe chạy với tốc độ 40km/h và 0,45 khi xe chạy với tốc độ cao (V = 90km/h) (xem hình 5.12).



Hình 5.11

I - trước khi làm sạch và rửa mặt đường

II - sau khi làm sạch và rửa mặt đường



Hình 5.12

1 - Cách mép phần xe chạy 2,3m; 2 - Cách mép phần xe chạy 0,4m

Trong quá trình khai thác, mặt đường bị bào mòn nhiều nhất ở phạm vi của vệt bánh xe lăn. Điều này có thể giải thích được nguyên nhân vì sao hệ số bám theo bề rộng mặt đường lại có trị số không đồng đều sau một thời gian khai thác.

Khi mặt đường vừa bị bẩn do bụi (hoặc dầu mỡ rơi vãi) vừa bị ẩm ướt thì dễ xảy ra hiện tượng xe bị trơn trượt, nếu chạy tốc độ cao và xe hãm gấp sẽ dễ phát sinh tai nạn.

Trong bảng 5.4 là số liệu về tỷ lệ % số tai nạn giao thông do xe bị trơn trượt ở một số nước tuỳ thuộc vào tình trạng mặt đường.

Bảng 5.4

Tình trạng mặt đường	Tỷ lệ % tai nạn do trơn trượt %			
	Anh	Mỹ	Nga	CHLB Đức
- Khô	14,5	0,10	6,5	13,2
- Ướt	32,2	7,6	11,7	27,3
- Bẩn	-	17,6	-	-
- Bẩn do dầu mỡ rơi rớt	-	26,3	-	-

Những kết quả khảo sát đo dạc độ nhám của mặt đường bêtông nhựa bằng thiết bị con lắc Anh vào năm 2004 của chúng tôi tại một số đường trục chính ở thành phố Hồ Chí Minh, từ đó xác định được độ bám của bánh xe với mặt đường (với suất bảo đảm 95%) được ghi trong bảng 5.5 dưới đây cho thấy hệ số bám của các đoạn đường này chỉ thoả mãn điều kiện tốc độ xe chạy thấp (xem biểu đồ hình 5.8).

Bảng 5.5

STT	Tên đường phố	φ_{tc}	φ_d	φ_n
1	Điện Biên Phủ	0,514	0,385	0,334
2	Hùng Vương	0,506	0,380	0,329
3	Cộng Hoà	0,524	0,393	0,341
4	Trường Sơn	0,531	0,399	0,345
5	Trần Hưng Đạo	0,520	0,390	0,338
6	Lê Đại Hành	0,523	0,392	0,340
7	Huỳnh Tấn Phát	0,513	0,385	0,334
8	Nguyễn Văn Linh	0,528	0,396	0,343
9	Lý Thường Kiệt	0,508	0,381	0,330

Trị số kháng trượt trung bình BPN (với độ tin cậy 95%) đo được tại các đoạn lựa chọn điển hình của một số đường phố chính ở trên chỉ đạt $\overline{BPN} = 39 - 41$ (đã được quy đổi về nhiệt độ chuẩn của mặt đường là +20°C). Các trị số này đều nhỏ hơn giá trị tối thiểu BPN yêu cầu (BPNmin = 45) theo bảng đánh giá chất lượng quy định trị số tối thiểu BPN khi đo bằng con lắc Anh như sau:

Bảng 5.6

Cấp hạng	Loại đường	Giá trị tối thiểu BPN (với mặt đường ướt)
A	Những khu vực khó khăn như: R nhỏ, i_d lớn	65
B	Đường cấp I Đường có lưu lượng lớn trong đô thị	66
C	Những loại đường khác	45

Ghi chú: Ứng với tốc độ xe chạy V=50km/h, nhiệt độ mặt đường +20°C.

Như vậy, có thể thấy rằng, trên các mặt đường bêtông nhựa đang được sử dụng hiện nay chưa đủ bảo đảm độ nhám yêu cầu của mặt đường. Điều này cũng tiềm ẩn khả năng mất an toàn giao thông khi các phương tiện giao thông chạy với tốc độ cao.

Kết quả đo độ nhám cũng chứng minh sức kháng trượt của mỗi đường phố chính có trị số không đồng đều theo bề rộng phần xe chạy phụ thuộc vào loại phương tiện và lưu lượng xe chạy theo mỗi chiều. Thường thì làn dành cho xe tải có trị số BPN thấp hơn so với các làn xe dành cho xe con và xe máy. Các trị số đo BPN theo hai chiều trên cùng một tuyến đường cũng khác nhau chứng tỏ làn xe nào mặt đường chịu tải trọng nặng và lưu lượng xe chạy cao thì độ mài mòn mặt đường cũng nhanh hơn và có độ nhám kém hơn. Sự chênh lệch của sức kháng trượt đo được trên mặt đường phố mới được cải tạo so với mặt đường đã khai thác trước vài năm (BPN = 40 - 41 giảm xuống BPN = 38 - 39) cũng chứng minh mức độ bào mòn của mặt đường bêtông nhựa hiện có trên các đường phố của thành phố Hồ Chí Minh.

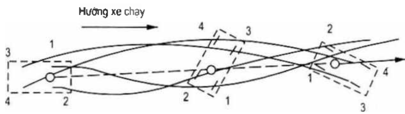
5.4. ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ KHÁC NHAU VỀ HỆ SỐ BÁM CỦA MẶT ĐƯỜNG VÀ LỀ ĐƯỜNG ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Đa số các tuyến đường ôtô lề đường ở hai bên được xây dựng là lề đất tự nhiên đầm chặt, hoặc nếu có phần lề gia cố thì vật liệu dùng để gia cố phần lề thường là lớp vật liệu khác với lớp vật liệu làm mặt đường, trừ trường hợp mặt đường cấp cao được xây dựng bằng lớp bêtông nhựa thì phần lề gia cố cũng được rải lớp mặt bằng chính vật liệu làm lớp mặt phần xe chạy.

Vì thế, hệ số bám giữa phần xe chạy với phần lề, nhất là đối với lề đất là rất khác nhau. Sự chênh lệch hệ số bám giữa lề đất và phần mặt đường càng lớn khi gặp trời mưa.

Trong trường hợp xe chạy trên làn xe ngoài cùng sát mép mặt đường ta cần xem xét khả năng an toàn khi hãm phanh. Khi đó các bánh xe bị giữ chặt sẽ bị trượt và nếu các bánh trước bị bó chặt thì xe không có thể lái được. Tại vùng tiếp xúc của vệt bánh xe với mặt đường lốp xe bị biến dạng và tạo nên lực ngang làm thay đổi hướng chuyển động của ôtô.

Hiện tượng ôtô bị xoay ngang khi hãm xe cả bánh trước lẫn bánh sau làm cho xe xoay quanh trọng tâm trong khi trọng tâm của xe vẫn di chuyển theo đường thẳng được thể hiện trên hình 5.13.



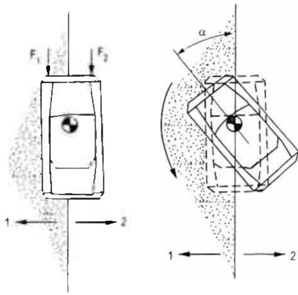
Hình 5.13: Sơ đồ bị quay xe khi hãm trên mặt đường trơn trượt

Tuỳ thuộc vào thời điểm và cách xử lý của lái xe khi gặp tình huống phải hãm cùng trạng thái của mặt đường mà ôtô bị trượt hoặc bị quay trong khi trượt. Cụ thể, nếu cả 4 bánh xe đều bị hãm phanh trên mặt đường thì xe sẽ trượt theo đường thẳng hướng về phía trước với điều kiện độ bám của tất cả các bánh xe với mặt đường là như nhau. Nếu khi hãm phanh mà hai bánh ở một phía trên mặt đường, còn hai bánh xe phía bên kia ở trên lề đường thì do hệ số bám của mặt đường và lề đường khác nhau nên ôtô bị xoay theo chiều ngược với lề đường một góc xoay α về phía mặt đường có hệ số bám lớn hơn. Trong trường hợp chỉ có một bánh trước bên phải bị hãm chặt thì xe sẽ xoay về phía bên phải, và ngược lại, nếu bánh trái bị hãm thì xe sẽ xoay sang trái.

Trên hình 5.14 trình bày các lực tác dụng lên ôtô khi hãm xe trên mặt đường và lề đường có hệ số bám khác nhau.

Để xác định độ chênh lệch cho phép của hệ số bám theo bề rộng mặt đường nhằm bảo đảm an toàn cho xe chạy ta sẽ xem xét các trường hợp dưới đây:

1. Trường hợp hai bánh xe ở một bên trượt theo mặt đường, hai bánh còn lại trượt theo lề đường làm bằng vật liệu khác vật liệu mặt đường (xem hình 5.13)



Hình 5.14: Sơ đồ các lực tác dụng vào ôtô khi hãm xe trên mặt đường và lề đường có hệ số bám khác nhau
1- Phía mặt đường; 2- Phía lề đường

Trong trường hợp này, tổng lực bám F của ôtô bằng tổng lực bám của hai bánh xe trượt trên mặt đường và trên lề đường:

$$F = F_1 + F_2 \qquad (5.9)$$

Trong đó:

$$F_1 = \frac{Q}{2}.\varphi_1 \qquad (5.10a)$$

$$F_2 = \frac{Q}{2}.\varphi_2 \qquad (5.10b)$$

Với Q - trọng lượng của ôtô, kg;

φ_1, φ_2 - hệ số bám của mặt đường và của lề đường .

Thay các công thức 5.10a và 5.10b vào 5.9 ta được:

$$F = \frac{Q}{2}.(\varphi_1 + \varphi_2), \text{ vì } F = m.g = \frac{Q}{g}$$

do đó

$$F = \frac{Q}{g}a \text{ với } a = \frac{g}{2}(\varphi_1 + \varphi_2); \qquad (5.11)$$

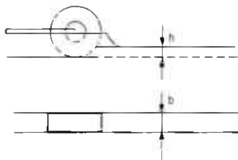
Trong đó:

m - khối lượng của ôtô, kg

g - gia tốc trọng trường, m/s²

Nếu lực bám của mặt đường F_1 lớn hơn lực bám của lề đường F_2 thì khi hãm phanh ôtô bị xoay và quay đầu về phía phần xe chạy còn trọng tâm của xe vẫn dịch chuyển theo đường thẳng. Góc xoay α (xem hình 5.14) lớn hay nhỏ, tức là ôtô bị xoay nhiều hay ít là phụ thuộc vào tốc độ hãm xe ban đầu và độ chênh lệch lực bám (F_1 - F_2) ở hai bên lớn hay nhỏ. Đối với xe hai bánh (môtô, xe máy) hiện tượng xoay xe đột ngột nguy hiểm xảy ra khi xe đang chạy lái xe gặp sự cố hãm gấp phanh trước. Còn khi lề đường làm bằng vật liệu có độ nhám cao, hệ số bám lớn hơn so với mặt đường thì lực bám $F_1 > F_2$ và ôtô bị xoay đầu ngược ra phía lề khi hãm phanh.

2. Trường hợp hai bánh xe ở một bên trượt trên mặt đường còn hai bánh khác trượt trên lề đường bằng đất (xem hình 5.15).



Hình 5.15

Trong trường hợp này, khi xe đang chạy bị hãm lại thì hai bánh xe ở phía mép đi ra lề đất, lề đất bị xới lên và bánh xe bị ấn sâu

xuống lề đất một độ sâu bằng h. Hình 5.15 là sơ đồ chuyển động của bánh xe theo lề đất bị xới lên. Điều này xảy ra khi lực bám $F_2 > F_1$. Do bánh xe bị ấn sâu xuống đất tạo nên sức cản của đất chống lại chuyển động của bánh xe. Tức là:

$$F_2 = \frac{Q}{2}.(\varphi_2 + f) \qquad (5.12)$$

Trong đó:

φ_2 - hệ số bám của lề đất;

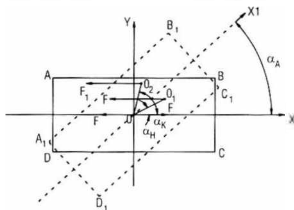
f - sức cản của đất.

Nếu lề đường đất ẩm ướt và bị xới lên nhiều khiến lực chống trượt tổng hợp của lề đất lớn hơn sức bám của bánh xe với mặt đường và ôtô sẽ xoay đầu về phía lề đường.

Từ những phân tích trên cho thấy, để bảo đảm an toàn cho xe chạy với tốc độ cao thì ngoài vấn đề bảo đảm cho mặt đường có đủ độ nhám tạo nên độ dính bám cần thiết của bánh xe với mặt đường thì điều không kém phần quan trọng trong quá trình xây dựng và khai thác đường là làm sao cho độ bám của mặt đường không bị thay đổi theo bề rộng. Muốn vậy, với các đường ôtô cấp cao được thiết kế cho xe chạy với tốc độ lớn thì phần xe chạy và lề gia cố cần phải được làm lớp mặt trên bằng cùng một loại vật liệu để tránh bị xoay xe hoặc lật xe do chênh lệch lực bám khi xe bị hãm. Đối với công tác duy tu bảo dưỡng mặt đường, chúng ta cần lưu tâm kiểm tra và tạo lại độ nhám tại các vị trí thường xuyên có vệt bánh xe đi qua. Đây là những biện pháp đơn giản, ít tốn kém nhưng góp phần hạn chế đáng kể tai nạn giao thông do xe bị trơn trượt, lật ngang.

3. Trường hợp chất lượng bám của mặt đường không đồng nhất theo bề rộng và ôtô ở trạng thái bị hãm phanh cả bốn bánh trước và sau:

Đây là trường nguy hiểm nhất, dễ xảy ra tai nạn giao thông do chính xe bị xoay, trượt và lật vì mất ổn định. Để nghiên cứu vấn đề này ta khảo sát tình huống được giả thiết như sau: xe có hai trục đang chạy trên đường ở vận tốc ban đầu là V_1. Ở thời điểm to bắt đầu xe bị hãm phanh gấp ở tất cả các bánh xe và hệ số bám ngang φ_n của các bánh xe với mặt đường là khác nhau.



Hình 5.16

Trên hình 5.16 trình bày sơ đồ tính toán của ôtô khi hãm trên mặt đường có chất lượng bám không đồng đều. ABCD là vị trí của ôtô ban đầu trước

khi hãm và $A_1B_1C_1D_1$ là vị trí của ôtô sau khi hãm phanh cả 4 bánh và xe bị xoay một góc α_x so với hướng đi thẳng ban đầu.

Khi đó lực tác dụng lên ôtô đang chạy bằng

$$F = \sum P_n.\varphi_n \tag{5.13}$$

Trong đó:

P_n - áp lực thẳng đứng lên mỗi bánh xe, kG;

φ_n - hệ số bám ngang của mỗi bánh xe với mặt đường.

Bài toán đặt ra là: xác định đường đi (quỹ đạo) của ôtô khi ôtô bị trượt sang vị trí mới.

Cho rằng, khi bị trượt động năng của ôtô biến thành nhiệt năng do ma sát của các bánh xe lên bề mặt đường. Xe chạy với tốc độ càng cao, động năng càng lớn và cự ly đường trượt để xe dừng lại càng dài. Từ đó ta có phương trình cân bằng:

$$F.S = \frac{Q}{2g}v^2 \tag{5.14}$$

Trong đó:

F - lực chống trượt, xác định từ công thức 5.12;

S - chiều dài trượt của ôtô khi hãm, m.

Lập toạ độ vuông góc, lấy trọng tâm của ôtô trước khi hãm O làm gốc và thay tất cả các lực tác dụng lên ôtô bằng một lực đặt ở trọng tâm. Khi hãm xe lực F sẽ tạo ra ngẫu lực hình thành momen quay M, ôtô trở thành một vật thể chuyển độngvới hệ phương trình vi phân sau:

$$\begin{cases} m\dfrac{d^2x}{dt^2} = -F & (5.15a) \\ I\dfrac{d\omega}{dt} = M & (5.15b) \end{cases}$$

Trong đó:

m - khối lượng của ôtô, kg;

I - mômen quán tính, kGg.m^4;

M - mômen lực, kG.m.

Đây là bài toán Côsi ở dạng lớp, ta giải hệ thống phương trình vi phân trên với các điều kiện ban đầu là: khi $t = t_0$ thì $v = v_0$ (v - tốc độ của trọng tâm; v_0 - tốc độ ban đầu của trọng tâm). Tích phân liên tục phương trình 5.15a:

do $\dfrac{dx}{dt} = v$

mà $\dfrac{d^2x}{dt^2} = -\dfrac{F}{m}$

Nên tốc độ của trọng tâm:

$$v = -\frac{F}{m}t + C_1 \tag{5.16}$$

Khi $t = 0$ thì $v = v_o$ nên $C_1 = v_o$, từ đó:

$$v(t) = v_o - \frac{F}{m}t \tag{5.17}$$

Tích phân hai lần phương trình 5.15b ta được chiều dài đường đi của ôtô khi hãm:

$$S = x(t) = v_o.t - \frac{F}{m}t \tag{5.18}$$

Tiếp tục xác định góc xoay của ôtô bằng các giải phương trình vi phân (5.15b) với việc biến đổi:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{d\alpha}.\frac{d\alpha}{dt} = -\omega.\frac{d\omega}{d\alpha} \text{ và } \frac{d\alpha}{dt} = -\omega$$

Ta xác định được góc quay α_A của ôtô so với hướng xe chạy ban đầu như sau:

$$\alpha_A = \alpha_H\left[\frac{1}{\cos\left(t_d.\sqrt{\dfrac{M}{I}}\right)} - 1\right] + \alpha_g \tag{5.19}$$

Trong đó: α_g - góc quay của ôtô sau khi ngừng chuyển động tịnh tiến, được xác định theo công thức:

$$\alpha_g = \frac{I.\omega_d^2}{2M} \tag{5.20}$$

với ω_d - tốc độ góc của ôtô ở thời điểm ngừng chuyển động tịnh tiến của trọng tâm.

$$\omega_d = \sqrt{\frac{M}{I}}.\sqrt{2\left(-\cos\alpha_d + \cos\alpha_H\right)} \tag{5.21}$$

α_d - góc quay của ôtô ở thời điểm xe ngừng chuyển động tịnh tiến:

$$\alpha_d = \alpha_H.\frac{1}{\cos\left(t_d.\sqrt{\dfrac{M}{I}}\right)} \tag{5.22}$$

với t_{τ} - thời gian ngừng chuyển động tịnh tiến của trọng tâm:

$$t_{\tau} = \frac{v_o.m}{F}\sqrt{1-\frac{I}{m}\frac{1}{\left(L_o.\sin\alpha_H\right)^2}}, s \qquad (5.23)$$

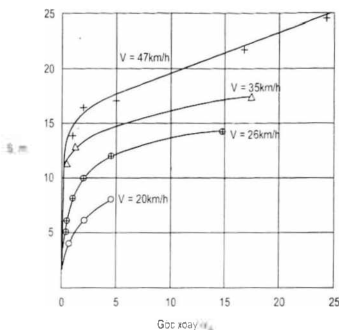
và thời gian ngừng chuyển động xoay của ôtô bằng:

$$t_x = \sqrt{\frac{I}{M}}.\left[\frac{\pi}{2}-\arcsin\left(\frac{\alpha_H}{\alpha_K}\right)\right], s \qquad (5.24)$$

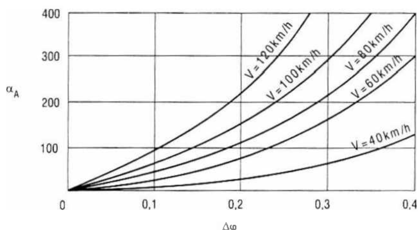
Như vậy, khi hệ số bám của mặt đường không đồng đều thì khi bị hãm phanh gấp cả bốn bánh ôtô sẽ bị trượt - xoay; nghĩa là ban đầu ôtô thực hiện một đoạn chuyển động tịnh tiến (trượt), sau đó nó sẽ quay (xoay) đi một góc quanh trọng tâm của xe.

Theo công thức xác định v(t) và S(t) thì chuyển động của trọng tâm ôtô là chuyển động chậm dần đều, nó phụ thuộc vào tốc độ xe chạy ban đầu v_o.

Đường cong thực nghiệm thể hiện mối quan hệ giữa chiều dài hãm S theo các tốc độ xe chạy khác nhau với góc xoay φ_X của ôtô khi hãm cho một loại ôtô được thể hiện trên hình 5.17 và sự thay đổi góc xoay α_X của ôtô phụ thuộc vào tốc độ xe chạy và chênh lệch hệ số bám $\Delta\varphi$ của mặt đường được thể hiện trên hình 5.18 cho thấy mức độ nguy hiểm của mặt đường khi hệ số bám không đồng đều, với cùng một hệ số chênh lệch độ bám $\Delta\varphi$ thì khi xe chạy với tốc độ cao góc xoay của ôtô sẽ lớn hơn so với xe chạy với tốc độ thấp.



Hình 5.17



Hình 5.18

Những phân tích trên chỉ ra rằng, không nên coi thường hay bỏ qua công việc bảo dưỡng thường xuyên nhằm bảo đảm cho mặt đường có đủ độ nhám và có độ bám đồng đều không những theo dọc tuyến mà còn phải đồng đều theo bề rộng của mặt đường.

Ngoài ra, theo quan điểm an toàn xe chạy thì đối với đường ôtô dù được xây dựng ở cấp hạng kỹ thuật nào cũng nên cấu tạo lớp trên của mặt đường và lề đường có cùng một loại vật liệu để hệ số bám như nhau. Điều này đặc biệt cần thiết đối với đường ôtô cấp cao có tốc độ xe chạy lớn.

Chương 6

KHẢO SÁT CÁC ĐIỀU KIỆN VỀ THIÊN NHIÊN

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NHÂN TỐ THIÊN NHIÊN ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

6.1. MÔI TRƯỜNG CỦA ĐƯỜNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC NHÂN TỐ THIÊN NHIÊN ĐẾN CÔNG TRÌNH ĐƯỜNG VÀ AN TOÀN XE CHẠY

Môi trường của đường bao gồm chính con đường và khoảng không gian hẹp bao quanh con đường. Xây dựng và khai thác các tuyến đường ôtô đã tạo nên môi trường của đường nằm trong không gian của môi trường thiên nhiên và làm thay đổi môi trường xung quanh, thậm chí còn làm mất đi sự cân bằng sinh thái do hoạt động của con người và các phương tiện giao thông. Song ngược lại, chính những tác động mạnh mẽ của các nhân tố khí hậu, thời tiết của môi trường thiên nhiên đã ảnh hưởng rất lớn và thường xuyên đến trạng thái khai thác của tuyến đường, và do đó ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn xe chạy trên đường.

Chất lượng khai thác của con đường lại ảnh hưởng bởi các nhân tố thiên nhiên và thường xuyên thay đổi đó là: độ bám của bánh xe với mặt đường, độ bằng phẳng, cường độ của mặt đường, tầm nhìn thực tế, biến dạng của nền đường ...

Nghiên cứu ảnh hưởng của các nhân tố thiên nhiên tức là nghiên cứu ảnh hưởng của sự thay đổi thời tiết khí hậu như: mưa, gió, bão, sương mù, sự tăng giảm nhiệt độ trong môi trường ... đến trạng thái thể hiện chất lượng khai thác của đường cũng như đến chế độ chạy xe trên đường. Những hiện tượng thiên nhiên này là những nhân tố góp phần không nhỏ đến khả năng điều khiển phương tiện của lái xe, khả năng ổn định của các phương tiện xe cộ và là những nguyên nhân gây ra những sự cố nguy hiểm trên đường và làm mất an toàn cho xe chạy.

Như vậy, chế độ xe chạy và an toàn xe chạy trên đường phụ thuộc vào quan hệ tương hỗ giữa các yếu tố lái xe - ôtô - đường - môi trường (bao gồm môi trường đường và môi trường thiên nhiên). Đây là mối quan hệ có tính chất hệ thống và phức tạp như sơ đồ chi tiết được trình bày ngay ở chương mở đầu. Một hệ thống gồm bốn yếu tố cơ bản, nhưng mỗi yếu tố của hệ thống lại là tập hợp của nhiều vấn đề cần nghiên cứu.

Nghiên cứu tác động của các nhân tố thiên nhiên đến an toàn xe chạy cũng tức là xem xét quan hệ giữa môi trường với lái xe (MT-LX), môi trường với đường (MT-Đ) và môi trường với các phương tiện giao thông (MT-ôtô)

Mô hình hay phương pháp luận để nghiên cứu các vấn đề cơ bản này là: xem xét hệ thống tổ hợp trên sao cho xe chạy an toàn ở mức độ cao nhất với chế độ xe chạy không đổi hoặc thay đổi trong phạm vi giới hạn tối thiểu. Nghĩa là, để có lợi cho chế độ xe chạy thì phải bảo đảm điều kiện:

$$P = f(\text{lái xe, ôtô, đường, môi trường}) = const$$

Để bảo đảm cho cả hệ thống tổ hợp trên không thay đổi thì trong hệ thống khi có một thành phần thay đổi sẽ kéo theo sự thay đổi tương ứng của thành phần khác có trong hệ thống. Ví dụ: vào mùa mưa sẽ làm giảm độ bám của bánh xe với mặt đường, tức là thời tiết của môi trường đã ảnh hưởng xấu đến đường. Do vậy, cần phải có giải pháp nâng cao độ dính bám cho mặt đường. Thời tiết có sương mù sẽ làm giảm tầm nhìn của lái xe, để khắc phục điều này thì các phương tiện giao thông (ôtô, môtô, xe máy) sẽ được trang bị đèn pha vàng có khả năng chiếu sáng xuyên qua đám bụi hay sương mù …

Xem như thế, ta thấy rằng con người có thể có khả năng điều chỉnh hệ thống, kể cả việc cải tạo và thay đổi khí hậu của môi trường , mặc dù khả năng này cũng hạn chế do điều kiện kinh tế hoặc kỹ thuật. Và cũng chính bởi những hạn chế trên mà chúng ta không thể mong chờ có được một chế độ chạy xe không đổi trong các điều kiện như nhau để bảo đảm an toàn giao thông quanh năm trên các tuyến đường mà cần thiết phải nghiên cứu ảnh hưởng của các điều kiện thời tiết - khí hậu đến an toàn chạy xe.

Mục tiêu cuối cùng cho việc nghiên cứu ảnh hưởng của thời tiết - khí hậu của môi trường đến an toàn xe chạy là để tìm ra các giải pháp trong thiết kế xây dựng và khai thác đường ôtô và đường thành phố sao cho: mặc dù trên thực tế mỗi yếu tố riêng biệt của hệ thống có thay đổi thì chức năng tổng hợp cuối cùng bao gồm: chế độ xe chạy, khả năng thông hành, hiệu quả vận doanh, tiện nghi và an toàn giao thông phải đạt yêu cầu là không đổi hay chỉ thay đổi một giới hạn đã định trong các điều kiện thời tiết, khí hậu bất kỳ.

Dưới đây sẽ trình bày chi tiết về ảnh hưởng của mưa, gió, sương mù … tức là những hiện tượng của thời tiết đến an toàn xe chạy trên đường .

6.2. ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC MƯA ĐẾN SỰ ỔN ĐỊNH TRƯỢT CỦA XE CHẠY TRÊN ĐƯỜNG

Việt Nam nằm trong vùng Đông Nam Châu Á kéo dài từ vĩ tuyến lớn hơn 8° đến vĩ tuyến lớn hơn 23° (sát với đường bắc chí tuyến) nên khí hậu nước ta là khí hậu nhiệt đới, nóng ẩm, có gió mùa.

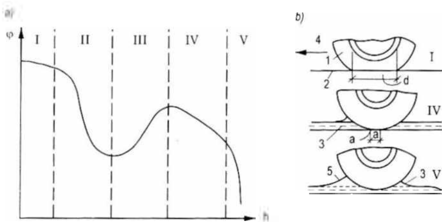
Ở miền Bắc mùa mưa bão thường kéo dài suốt mùa hè. Trong suốt mùa hè thường có những cơn mưa to hoặc rất to kéo dài trong nhiều giờ với lượng nước lên đến hàng trăm mm/ngày. Vào mùa đông và mùa xuân lại thường có mưa phùn kéo dài kèm theo gió mùa đông bắc trong mùa đông khiến cho mặt đường luôn luôn bị ẩm ướt.

Ở miền Nam mùa mưa kéo dài tới 6 tháng trong một năm (từ tháng 11 đến tháng 4). Các cơn mưa lớn thường xuất hiện rất nhanh và trút xuống mặt đất với lượng mưa khá lớn. Theo số liệu quan trắc của đài khí tượng thuỷ văn tại sân bay quốc tế Tân Sơn Nhất (thành phố Hồ Chí Minh) từ năm 1990 đến 1999 cho thấy lượng mưa trung bình cả năm đạt gần 2000 mm, tập trung vào các tháng trong mùa mưa. Lượng mưa trung bình trong các tháng này có thể đạt tới trên dưới 300mm.

Trời mưa làm cho mặt đường luôn ẩm ướt. Nước mưa làm cho hệ số bám của bánh xe với mặt đường giảm. Khi có mưa nhỏ kéo dài lại thêm mặt đường bị bụi bẩn thì nước mưa lẫn bùn bẩn càng làm cho độ bám của bánh xe lên mặt đường giảm rõ rệt dẫn đến xe chạy mất ổn định do trơn trượt.

Khi trời mưa to sẽ tạo ra trên mặt đường một lớp màng nước. Mưa càng to mặt đường thoát nước không kịp thì màng nước tạo thành càng dày và lực bám của bánh xe với mặt đường càng nhỏ, xe chạy càng mất ổn định.

Trên hình 6.1 biểu thị ảnh hưởng của bề dày lớp màng nước tạo ra trên mặt đường (h) đến hệ số bám (φ) của bánh xe ôtô với mặt đường. Đường cong quan hệ φ = f(h) cho thấy:



***Hình 6.1:** Ảnh hưởng của bề dày màng nước mưa (h) đến hệ số bám (φ) của bánh xe ôtô với mặt đường*

a. Sự thay đổi hệ số bám φ phụ thuộc vào bề dày màng nước mưa;

b. Sơ đồ tiếp xúc của bánh xe với mặt đường;

1- Bánh xe; 2- Mặt đường; 3- Nêm nước mưa;

d- Vết tiếp xúc của bánh xe với mặt đường; I, II, ... V- các giai đoạn

Ở thời điểm bắt đầu mưa, mặt đường còn khô ráo hệ số bám của bánh xe với mặt đường đạt trị số cao nhất và bề dày màng nước chưa đáng kể (thể hiện ở giai đoạn trên hình vẽ).

Sang giai đoạn 2, trời mưa tiếp tục, lượng nước mưa tăng làm tăng bề dày màng nước, mặt khác do mặt đường bụi bẩn khiến hệ số bám giữa bánh xe và mặt đường giảm xuống nhanh chóng.

Mưa càng to màng nước trên mặt đường càng dày lên, do nước chưa thoát kịp. Tuy nhiên, do mưa to nước cuốn bớt bụi bẩn trên mặt đường nên hệ số bám của bánh xe ôtô với mặt đường có tăng lên (ứng với giai đoạn 3 trên hình vẽ). Nếu trời tiếp tục mưa thì màng nước trên mặt đường càng dày lên và tạo thành một cái "nêm nước mưa" khiến cho diện tích tiếp xúc trực tiếp của bánh xe với mặt đường giảm dần đến hệ số bám của bánh xe và mặt đường lại tiếp tục giảm xuống (ứng với giai đoạn 4 trên hình vẽ).

Khi màng nước mưa tạo thành trên mặt đường đủ dày thì xảy ra hiện tượng bánh xe "bay là là" trên mặt đường, trong quá trình xe chạy và hệ số bám của bánh xe với mặt đường ở thời đoạn này giảm nhanh chóng đến trị số bằng 0 gây ra tình trạng nguy hiểm cho xe chạy. Điều này làm tăng nguy cơ mất ổn định do trượt xe, thậm chí bị lật xe.

Ở trạng thái ẩm ướt hệ số bám của bánh xe với mặt đường giảm từ 1,5 - 2,0 lần so với lúc mặt đường ở trạng thái khô ráo.

Phụ thuộc vào loại mặt đường, trạng thái khai thác và mức độ ẩm - bẩn mà hệ số bám giới hạn có các trị số khác nhau xem bảng 6.1

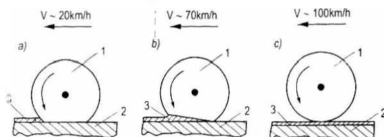
Bảng 6.1: Hệ số bám giới hạn φ trên các loại mặt đường cấp cao chủ yếu

Loại mặt đường	Trạng thái mặt đường		Hệ số bám φ
	Mức độ ẩm ướt	Mức độ bụi bẩn	
1	*2*	*3*	*4*
Bêtông nhựa, bêtông xi măng đang khai thác	khô	-	0,70 - 0,80
	ướt	-	0,25 - 0,35
Bêtông nhựa mới đầm nén	khô		0,06 - 0,70
	ẩm		0,20 - 0,35
	ướt		0,20 - 0,30
Bêtông nhựa đang khai thác, mặt nhẵn	ẩm	sạch	0,45 - 0,55
		bẩn	0,30 - 0,35
	ướt	sạch	0,35 - 0,45
		bẩn	0,25 - 0,35

1	2	3	4
Bêtông nhựa đang khai thác, có độ nhám	ẩm	sạch	0,50 - 0,70
		bẩn	0,30 - 0,55
	ướt	sạch	0,45 - 0,60
		bẩn	0,25 - 0,50
Bêtông xi măng đang khai thác, mặt nhẵn	ẩm	sạch	0,30 - 0,45
		bẩn	0,25 - 0,35
	ướt	sạch	0,25 - 0,40
		bẩn	0,25 - 0,35
Bêtông ximăng đang khai thác, có độ nhám	ẩm	sạch	0,50 - 0,70
		bẩn	0,35 - 0,50
	ướt	sạch	0,40 - 0,65
		bẩn	0,35 - 0,50

Mức độ thấm nước của mặt đường ảnh hưởng rõ ràng đến hệ số bám của bánh xe với mặt đường.

Khi xe chạy ở tốc độ thấp (V < 60km/h) thì bề dày lớp nước mưa tạo thành trên mặt đường ít ảnh hưởng đến sự thay đổi của hệ số bám là do nước mưa tích tụ trước bánh xe bị bánh xe dồn đẩy đi khi di chuyển (xem hình 6.2a).



Hình 6.2 : Hiện tượng tạo thành màng nước mưa trên mặt đường có xe chạy

a. Nước mưa tích tụ bị dồn lại trước bánh xe đang chạy;

b. Nước mưa luồn sâu dưới bánh xe;

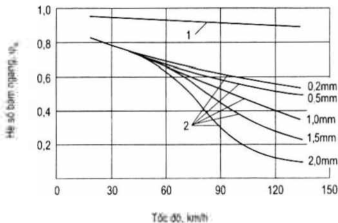
c. Tạo thành lớp màng nước mỏng dưới bánh xe.

1. bánh xe ôtô ; 2. mặt đường; 3. lớp nước mưa.

Khi xe chạy với tốc độ cao hơn (V > 60÷70km/h) trong thời gian xảy ra mưa thì lớp nước sẽ thâm nhập sâu vào dưới bánh xe nhưng lúc đó vùng tiếp xúc của bánh xe với mặt đường chưa bị phá huỷ, dưới bánh xe hình thành cái nêm nước và tạo ra lực nâng bánh xe lên làm giảm diện tích tiếp xúc của bánh xe với mặt đường (hình 6.2b). Tính

trạng này khiến cho lái xe điều khiển xe rất khó khăn nhất là khi màng nước trên mặt đường dày lên tạo thành một lớp đệm nước giữa bánh xe với mặt đường (hình 6.2c) và xe chạy với tốc độ cao sẽ xảy ra hiện tượng xe bị trượt lướt trên mặt đường , lái xe mất khả năng điều khiển tay lái và dẫn đến tai nạn giao thông.

Trên hình 6.3 cho thấy sự thay đổi hệ số bám ngang φ_n vào tốc độ xe chạy và chiều dày màng nước tạo thành trên mặt đường. Rõ ràng, hệ số bám ngang giảm dần khi tốc độ xe chạy tăng và bề dày màng nước chỉ ảnh hưởng đến hệ số bám ngang khi tốc độ xe chạy lớn hơn 60km/h (khi bề dày màng nước h = 0,5mm thì hệ số bám ngang $\varphi_n = 0.5$ nhưng bề dày màng nước tăng đến h = 2,0 mm thì hệ số bám ngang chỉ còn $\varphi_n = 0.1$)



Hình 6.3: Sự phụ thuộc của hệ số bám ngang (φ_n) vào tốc độ xe chạy và bề dày màng nước mưa
1. Mặt đường khô ráo; 2. Bề dày lớp màng nước.

Như vậy, để bảo đảm an toàn cho xe chạy khi gặp trời mưa thì không nên cho xe chạy với tốc độ cao khiến cho ôtô bị trượt lướt trên lớp nước mưa hình thành trên mặt đường có thể xảy ra tình huống xe bị đi chệch khỏi quỹ đạo do mất ổn định, đồng thời cũng hạn chế khả năng hãm xe và giảm tốc khi xe chạy.

Khi tạo ra lớp nước mỏng dưới bánh xe thì sẽ phát sinh áp lực lên lớp nước này. Trị số áp lực vào lớp nước giữa vệt bánh xe chạy và mặt đường phụ thuộc vào bề dày lớp nước và bề rộng vệt bánh xe cũng như tốc độ xe chạy.

Bằng phương pháp thực nghiệm Allbert B.J. (Mỹ) đã xác lập công thức biểu thị quan hệ giữa tốc độ xe chạy và áp lực trong bánh xe trong trường hợp trời mưa phát sinh hiện tượng trượt lướt của ôtô trên lớp nước mỏng như sau:

$$V = 63,1\sqrt{P} \qquad (6.1)$$

Trong đó: P - áp lực trong bánh xe, kG/cm^2;

Công thức trên đúng với các loại xe con chạy với tốc độ V = 130-140 km/h. Trong trường hợp mặt đường trơn thì sự phụ thuộc giữa tốc độ trượt lướt của ôtô với áp lực bánh xe có dạng như công thức 6.1 nhưng có hệ số lớn hơn:

$$V = 80\sqrt{P} \tag{6.2}$$

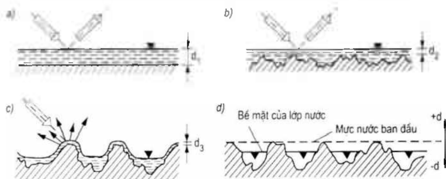
Với loại xe con có áp lực trong bánh xe p = 1,5-1,4 kG/cm^2 thì hiện tượng trượt nguy hiểm xảy ra với tốc độ xe chạy V ≥ 100km/h. Nhưng ở một số mặt đường nhẵn thì đối với xe tải có lốp xe đã cũ, mòn và áp lực không khí trong bánh xe là 7kG/cm^2 hiện tượng trượt lướt chỉ xảy ra với tốc độ thấp hơn (V = 80km/h). Tốc độ này thấp hơn so với tốc độ tính toán theo công thức 6.2.

Tăng tốc độ xe chạy vào lúc trời mưa to làm hệ số bám của bánh xe với mặt đường giảm là do tác dụng của nêm thủy động làm bánh xe bị nâng lên và việc đẩy nước ra khỏi bánh xe trở nên khó khăn, bánh xe vừa lăn vừa trượt trên lớp nước mỏng chưa kịp thoát ra khỏi mặt đường.

Mặt đường có độ nhám càng nhỏ thì hệ số bám của bánh xe với mặt đường càng giảm nhanh khi xe chạy tăng tốc độ và nhất là khi trời mưa to sẽ nhanh chóng hình thành lớp nước dưới bánh xe làm cho xe chạy mất ổn định. Ngược lại, mặt đường có độ nhám cao (độ nhám vĩ mô) thì chính các chỗ lồi lõm do các hạt đá tạo nên sẽ trở thành hệ thống các mạch kênh để nước mưa theo đó nhanh chóng thoát ra ngoài và ra khỏi vùng tiếp xúc của vệt bánh xe với mặt đường giúp cho hệ số bám giảm nhẹ khi xe chạy tăng tốc độ.

Như vậy, khi xảy ra hiện tượng nước mưa được tích lại tạo thành một lớp mỏng trên mặt đường sẽ làm cho sự truyền lực theo chiều dọc và theo chiều ngang của ôtô qua vệt tiếp xúc của bánh xe xuống mặt đường bị tổn thất và xây dựng dễ mất ổn định và đi lệch ra khỏi quỹ đạo mong muốn theo sự điều khiển của lái xe.

Ta hãy xem xét ảnh hưởng của độ nhám mặt đường đến việc hình thành bề dày lớp nước mưa trên bề mặt đường ôtô từ những trường hợp sau (xem hình 6.4):



Hình 6.4: Ảnh hưởng của độ nhám mặt đường đến bề dày và sự hình thành lớp nước mưa trên bề mặt
a. Mặt đường nhẵn; b. Mặt đường có độ nhám nhỏ; c. Mặt đường có độ nhám lớn; d. Sơ đồ xác định bề dày tương đối của lớp nước mưa.

Trường hợp a: mặt đường trơn nhẵn, lớp nước có bề dày trung bình là d_1 (xem hình 6.4a).

Trường hợp b: mặt đường có độ nhám nhỏ thì bề dày lớp nước được bánh xe đẩy ra là d_2 ($d_2 < d_1$).

Trường hợp c: mặt đường có độ nhám lớn được thể hiện trên hình 6.4c. Trong trường hợp này muốn cho bánh xe tiếp xúc trực tiếp với mặt đường cần phải phá huỷ lớp nước mỏng có bề dày d_3 phủ đều trên đỉnh nhô lên của các viên đá. Loại mặt đường có độ nhám thô như vậy thì khi các đầu nhô của các viên đá bị bào mòn trở nên nhẵn thì hệ số bám sẽ nhỏ, và khi chiều cao nhô lên của các viên đá thấp hơn bề dày của lớp nước mưa thì hệ số bám sẽ thay đổi. Vì vậy, để xác định mức độ ẩm ướt của mặt đường có độ nhám lớn và bề dày tương đối của lớp nước người ta lấy mức độ nhô lên của các viên đá làm mực nước ban đầu. Từ đó ta có thể phân biệt được lớp nước phủ đầy kín trên bề mặt đường hay được phân nhỏ đọng lại tại các chỗ trũng nằm giữa các vị trí nhô cao của các viên đá (xem hình 6.4d).

Từ những trường hợp được phân tích ở trên cho thấy mối quan hệ tương hỗ giữa độ nhô cao của bề mặt nhám với bề dày lớp nước mưa đã xác định và phản ánh rõ rệt nhất chất lượng của mặt đường .

Các thông số liên quan đến các cơn mưa bao gồm: Cường độ mưa, chiều dài dòng chảy; Các yếu tố thể hiện trạng thái và kích thước hình học của đường như độ bằng phẳng của mặt đường, độ dốc ngang, độ dốc dọc, hệ số nhám cũng như sự xuất hiện hiện tượng của thời tiết (gió) đều là những nhân tố ảnh hưởng trực tiếp đến độ ẩm ướt của mặt đường.

Trên bề mặt của đường ôtô hay đường thành phố khi mới bắt đầu xây dựng xong vốn đã có độ dốc ngang nhỏ (thông thường i_n = 2% đối với mặt đường bêtông nhựa), sau một thời gian khai thác bề mặt bị biến dạng, không bằng phẳng tạo thành nhiều chỗ lồi lõm, hình thành vệt bánh xe hoặc làn sóng. Đây là những vị trí đọng nước trên mặt đường khi trời mưa to và mặt đường thoát nước kém, nhất là tại các đoạn có độ dốc dọc nhỏ và lề đường bị hư hỏng do không được bảo dưỡng kịp thời (đối với đường ôtô) và các hố ga bị tắc do rác thải lấp kín cửa ga hoặc cống dọc thoát nước kém (đối với đường thành phố).

Những thực nghiệm được thực hiện ở Mỹ cho thấy nếu tăng độ dốc từ 5 đến 20‰ thì bề dày lớp nước mưa giảm còn 62% và nếu tăng độ nhô cao của lớp nhám bề mặt sẽ làm tăng bề dày của lớp nước. Đặc biệt thấy rõ điều này khi độ nhô cao trung bình của viên đá tạo nhám lớn hơn 1.2cm. Trên hình 6.5 cho thấy rõ chiều dày của dòng chảy của nước mưa (d) sẽ càng tăng khi độ dốc ngang (i) của mặt đường và chiều dài dòng chảy (L) tăng. Chiều dày dòng nước tăng làm cho hệ số bám của bánh xe với mặt đường giảm. Theo số liệu của Hội nghị Đường bộ quốc tế lần thứ 14 cho thấy khi bề dày dòng

nước mưa (d) tăng từ 2-8 mm thì hệ số bám giảm đến 20-30% đối với mặt đường có đủ độ nhám và giảm mạnh đến 40-50% đối với mặt đường nhẵn. Ta có thể xác định bề dày của lớp nước mưa (d) trên mặt đường theo công thức sau (xem hình 6.5):

$$d = \frac{q.L.n}{30\sqrt{i}} \tag{6.3}$$

Trong đó:

q - cường độ mưa, mm/phút;

L - chiều dài dòng chảy của nước mưa;

n - chỉ số nhám thuỷ lực của mặt đường;

i - độ dốc dòng chảy của nước mưa, phụ thuộc vào độ dốc dọc (i_d) và độ dốc ngang (i_n) của mặt đường và được tính bằng công thức:

$$i = \sqrt{i_d^2 + i_n^2} \tag{6.4}$$

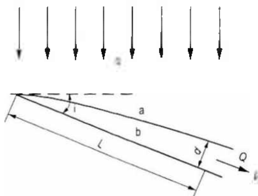
Khi bề rộng phần xe chạy và độ dốc ngang mặt đường thiết kế là không đổi thì độ dốc dọc của đoạn đường càng tăng, chiều dài dòng chảy L cũng tăng theo công thức:

$$L = \frac{B}{2}\sqrt{1 + \frac{i_d^2}{i_n^2}} \tag{6.5}$$

Trong đó: B - bề rộng phần xe chạy.

Từ công thức 6.3 cho thấy khi chiều dài dòng chảy tăng sẽ kéo theo bề dày màng nước mưa (d) tăng.

Điều này cho thấy điều kiện xe chạy đặc biệt nguy hiểm dễ xảy ra hiện tượng xe bị trượt lướt, "mất tay lái" nếu cho xe chạy tăng tốc độ trên đoạn đang xuống dốc gặp trời mưa to, nước chưa kịp thoát tạo thành lớp mỏng trên mặt đường.



Hình 6.5: Sơ đồ dòng chảy nước mưa trên mặt đường không thấm nước
i. độ dốc ngang mặt đường;
a. mặt nước mưa; b. mặt đường;
L. chiều dài dòng chảy tính toán;
V. tốc độ dòng nước mưa, Q. thể tích dòng chảy;
d. bề dày dòng chảy; q. cường độ mưa.

Các vũng nước mưa hình thành tại các vệt lõm do bánh xe ôtô tạo nên và tại các vị trí thấp do mặt đường bị biến dạng không bằng phẳng tạo nên những nguy hiểm cho xe chạy với tốc độ cao. Vì thế đã từ

lâu nhiều nước đưa ra quy định về chiều sâu cho phép của các vệt bánh xe hình thành trên mặt đường. Ví dụ như Ở Pháp quy định chiều sâu của nước mưa đọng ở các vết lõm do bánh xe tạo ra trên mặt đường chỉ cho phép trong phạm vi từ 6 - 12mm tuỳ thuộc vào lưu lượng xe chạy. Ở Na Uy chiều sâu cho phép của lớp nước là 20 hay 35mm tuỳ thuộc vào cấp đường. Nước Anh quy định chiều sâu vệt bánh xe tiêu chuẩn cho phép là 15mm và tại Hà Lan thì quy định cụ thể hơn: chiều sâu này bằng 10mm được coi là nguy hiểm, từ 10 - 15mm là không mong muốn và 25mm là không cho phép.

Những vấn đề trình bày ở trên cho chúng ta thấy rõ ảnh hưởng của một trong những nhân tố của thiên nhiên đến an toàn xe chạy là trời mưa. Đó là, khi đang điều khiển các phương tiện giao thông trên đường (chủ yếu là ôtô) mà gặp trời mưa, đặc biệt là các cơn mưa to kéo dài sẽ nguy hiểm như thế nào đến sự ổn định chống trượt của ôtô. Các lái xe cần hiểu rằng cho xe chạy với tốc độ cao trong thời gian mưa trên mặt đường có độ nhám kém hay trên mặt đường nhẵn, nhất là tại những đoạn đường có độ dốc dọc lớn sẽ làm cho hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường giảm xuống một cách đáng kể, đặc biệt là hệ số bám ngang giảm dễ gây nên trượt xe và thậm chí còn bị lật xe do mất ổn định. Từ những hậu quả có thể dự đoán trước được về khả năng mất an toàn xe chạy khi gặp trời mưa chúng ta có thể đưa ra những giải pháp kỹ thuật hoặc tổ chức giao thông để hạn chế tai nạn, nâng cao an toàn chạy xe như: tạo độ nhám cần thiết cho mặt đường và cảnh báo bằng cách "hạn chế tốc độ" khi chạy xe vào những ngày thời tiết xấu có mưa kéo dài.

6.3. ẢNH HƯỞNG CỦA GIÓ BÃO ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

6.3.1. Tác dụng của áp lực bên hông của gió đến các điều kiện xe chạy

Gió là hiện tượng của thời tiết khí hậu của thiên nhiên ảnh hưởng trực tiếp đến chế độ xe chạy trên đường. Áp lực của gió tác dụng lên ôtô nếu đủ mạnh để làm cho ôtô đang chạy mất ổn định và đi chệch quỹ đạo gây mất an toàn giao thông và dễ xảy ra tai nạn.

Tác dụng của áp lực gió vào ôtô phụ thuộc vào hướng gió thổi, hướng xe chạy , tốc độ và cường độ gió thổi (thổi mạnh theo từng cơn hay liên tục). Hướng tác dụng nguy hiểm nhất của gió là chiều gió thổi mạnh vuông góc với chiều chuyển động của ôtô. Trong trường hợp này để khắc phục lái xe buộc phải không ngừng điều chỉnh tay lái để cho xe đi theo quỹ đạo mong muốn.

Gió thổi mạnh bên hông xe sẽ gây ra tải trọng mép khiến cho bánh xe bị lệch đi một góc δ. Hiện tượng này làm tăng bào mòn lốp xe và tăng chi phí nhiên liệu (xăng, dầu). Trị số lực phát sinh ở mép được xác định bằng công thức:

$$P_m = k.\delta, \quad kG \qquad (6.6)$$

Trong đó:

P_m - tải trọng mép phát sinh, kG;

δ - góc lệch của bánh xe;

k - hệ số cản chống xe đi lệch.

Trường hợp nguy hiểm nhất là khi xe đang chạy với tốc độ cao lại gặp cơn gió thổi mạnh theo từng cơn theo hướng vuông góc vào mặt bên của ôtô. Diện tích mặt bên của ôtô càng lớn thì nguy cơ mất ổn định lật ngang của xe càng cao. Người ta phân tốc độ gió ra làm 12 cấp tuỳ thuộc vào trị số tốc độ gió gây ra. Thực tế, phân biệt cường độ gió thổi theo mức độ mạnh yếu phụ thuộc vào tốc độ gió như sau:

$V_{gió}$ đến 6m/s được coi là gió yếu;

từ 6 - 10m/s được coi là vừa phải;

từ 10 - 20m/s được coi là gió mạnh;

>20 - 30m/s được coi là bão.

Để bạn đọc hình dung được cụ thể hơn chúng tôi xin giới thiệu thang chia 12 cấp gió của Beaufort như sau:

Bảng 6.2

Cấp	Tốc độ gió		Loại gió	Biểu hiện
	(m/s)	(km/h)		
0	≤ 0,5	0 - 2	Lặng gió	
1	0,6 - 1,7	2 - 6	Gió rất nhẹ	
2	1,8 - 3,3	6 - 12	Gió nhẹ	Lá cây xào xạc
3	4,4 - 5,2	12 - 19	Gió nhỏ	Cành cây nhỏ lay động
4	5,3 - 7,4	19 - 27	Gió vừ	Cành cây con lung lay
5	7,5 - 9,8	27 - 35	Gió khá mạnh	Cây nhỏ đung đưa
6	9,9 - 12,4	35 - 45	Gió mạnh	Cây lớn lung lay
7	12,5 - 15,2	45 - 55	Gió khá to	Rung chuyển, khó đi ngược chiều
8	15,3 - 18	55 - 66	Gió to	Không đi bộ ngược chiều được
9	18,3 - 21,5	66 - 78	Gió rất to	Gió thổi tấp mái nhà, ngói đổ
10	21,6 - 25,1	78 - 91	Gió bão	Đổ nhà cửa
11	25,2 - 29	91 - 104	Gió bão to	Sức phá hoại lớn
12	> 29	> 104	Bão rất to	Phá hoại dữ dội

Trong thời gian lưu thông trên đường chúng ta cần lưu tâm đến gió từ cấp 6 trở lên.

Khả năng mất an toàn xe chạy càng tăng khi chạy xe trong điều kiện thời tiết vừa có gió to vừa có mưa to. Vì gió ảnh hưởng đến sự thay đổi bề dày màng nước và tốc độ thoát nước mưa trên mặt đường .

Ví dụ: với mặt đường rộng từ 7 - 7,5m, độ dốc ngang $10^{0}/_{00}$ thì khi cường độ mưa bằng 150mm/h chiều dày màng nước vào khoảng d = 2,6mm và tốc độ dòng chảy khi không có gió bằng khoảng 0,09m/s, khi có gió thổi với tốc độ V_g = 4m/s (nghĩa là gió thổi yếu) thì tốc độ chảy của dòng nước mưa tăng lên 1,5 lần nhưng khi ngược gió giảm đi 3 lần.

Bề dày lớp màng nước mỏng khi gặp gió thổi cùng chiều giảm từ 2,6m/s xuống còn 1,8mm nhưng khi ngược gió bề dày màng nước tăng đến 7,6mm.

Mặt đường có bề rộng càng lớn thì ảnh hưởng của gió càng mạnh.

Như vậy, khi trời mưa gặp gió thổi cùng chiều với chiều dòng chảy thì nước mưa thoát nhanh và bề dày màng nước giảm đi nhanh chóng, nhưng ngược lại nếu gặp gió thổi ngược chiều thì bề dày màng nước tăng lên nhanh do thoát nước chậm và đây là trường hợp nguy hiểm, mất an toàn nhất cho xe chạy.

Lực của gió tác dụng lên ôtô (Q) tỷ lệ thuận với diện tích hình chiếu của ôtô vuông góc với hướng gió, được xác định theo công thức:

$$Q = k.q_o.F \tag{6.7}$$

Trong đó:

F - diện tích hình chiếu của ôtô vuông góc với hướng gió, m^2;

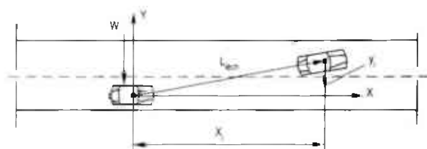
k = 1,1 - hệ số động lực học.

q_o - áp suất tiêu chuẩn của gió, kg/m^2:

$$q_o = \frac{V_g^2}{16} \tag{6.8}$$

Với V_g - tốc độ tính toán của gió, m/s. Tốc độ tính toán của gió là tốc độ gió lớn nhất xảy ra một lần trong 5, 10 , 15, 20 năm hoặc lớn hơn.

Khi có cơn gió đột ngột xuất hiện thổi vào bên thành xe thì lái xe không thể ngay lập tức xử lý tình huống mà anh ta cần phải có một thời gian nhận biết để đánh giá mức độ tác dụng của gió rồi mới thực hiện điều chỉnh quỹ đạo xe chạy để tránh xảy ra nguy hiểm. Thời gian cần thiết này chính là thời gian phản ứng tâm lý của lái xe , ứng với khoảng thời gian đó quỹ đạo chuyển động của ôtô bị đi chệch ra khỏi hướng đi thẳng theo làn xe của mình. Trên hình 6.6 thể hiện quỹ đạo đi chệch của ôtô so với hướng đi ban đầu khi gặp cơn gió to.



Hình 6.6: Độ lệch quỹ đạo của ôtô khi gặp gió to

Thời gian phản ứng này được lấy bằng thời gian phản ứng tâm lý của lái xe khi hãm phanh thường là 1 giây.

Tuy nhiên, tuỳ thuộc vào mức độ chuẩn bị, kinh nghiệm nghề nghiệp và trạng thái thần kinh của từng lái xe mà quãng thời gian này có thể dao động trong một phạm vi rộng.

Những nghiên cứu được tiến hành ở CHLB Đức cho thấy thời gian nhận biết tác dụng của áp lực gió bên hông của ôtô thường là 0,1 đến 0,4 giây và sau 0,5 giây lái xe mới bắt đầu điều chỉnh tay lái. Đồng thời tuỳ thuộc vào áp lực của gió tác động vào ôtô mạnh hay yếu mà thời gian nhận biết tác động nguy hiểm của gió có thể lên tới 2 - 4 giây.

Từ hình 6.6, ta xác định chiều dài đường đi chệch của ôtô từ lúc gió bắt đầu tác động ở bên hông của ôtô đến trước khi lái xe thực hiện điều chỉnh tay lái bằng:

$$L_{lệch} = (t_1 + t_2)V \qquad (6.9)$$

Trong đó:

V- tốc độ xe chạy , m/s;

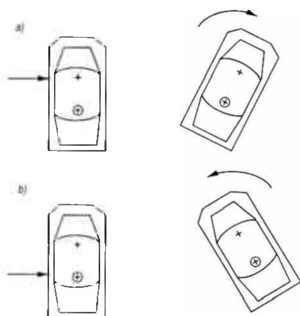
t_1 - thời gian phản ứng của lái xe khi gặp cơn gió, lấy bằng 1 giây;

t_2 - thời gian cần thiết để lái xe lấy lại cân bằng cho ôtô, chọn bằng 2 - 4 giây;

$L_{lệch}$ - chiều dài đường đi chệch khỏi quỹ đạo ban đầu của ôtô trước khi điều chỉnh tay lái, m.

Độ lệch của ôtô khi gặp cơn gió tạt ngang có trị số thay đổi phụ thuộc vào nhiều nhân tố như: trạng thái của mặt đường ẩm ướt hay khô ráo, bẩn hay sạch, có đủ độ nhám hay mặt đường trơn nhẵn; tốc độ của xe chạy cao hay thấp; tốc độ và cường độ của gió thổi mạnh hay yếu, liên tục hay xuất hiện theo từng cơn; kết cấu của ôtô và loại ôtô trong đó có diện tích tiếp xúc với hướng gió vuông góc ở mặt bên, động cơ đặt ở đầu xe hay sau xe. Ví dụ như khi xe con chạy với tốc độ từ 80 - 140km/h và gió bên hông xuất hiện với tốc độ V_g = 5-15 m/s thì quan trắc cho thấy độ lệch của ôtô dao động từ 0,2 - 0,8m. Các

loại xe con du lịch có kích thước nhỏ và động cơ đặt ở đầu xe thường chịu ảnh hưởng của các cơn gió tạt ngang khá rõ rệt. Quan sát các xe con chạy trên đường khi gặp các cơn gió mạnh thường chạy theo quỹ đạo "zíc zắc" do lái xe liên tục phải điều chỉnh tay lái của mình để điều khiển cho xe chạy về quỹ đạo mong muốn khi ôtô bị đi lệch sang phải hoặc sang trái do áp lực của gió bên hông. Hướng xoay lệch của ôtô đang chạy khi gặp gió phụ thuộc vào vị trí trọng tâm của ôtô và tâm của áp lực gió. Khi tâm của áp lực gió tác dụng vào mặt bên của ôtô đặt trước trọng tâm của ôtô thì ôtô có xu hướng chuyển động lệch sang bên phải (xem hình 6.7a), và ngược lại, khi tâm của áp lực gió bên hông đặt sau trọng tâm của xe thì ôtô có xu hướng đi lệch sang trái (xem hình 6.7b).



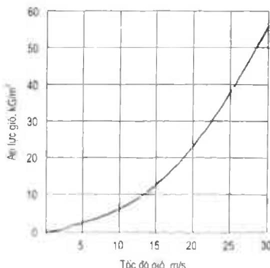
Hình 6.7: *Hướng đi lệch của ôtô phụ thuộc vào vị trí trọng tâm của ôtô với vị trí tâm của áp lực gió tác dụng*
a. Trường hợp tâm áp lực gió bên hông đặt trước trọng tâm của ôtô;
b. Trường hợp tâm áp lực gió đặt sau trọng tâm của ôtô.

Như vậy, ảnh hưởng của gió đến các điều kiện xe chạy là đã thấy rõ. Các cơn gió tạt ngang xuất hiện bất thình lình hay có cường độ tăng dần đến có thể gây nguy hiểm đến an toàn xe chạy, áp lực của gió có thể gây ra trạng thái mất cân bằng quỹ đạo ban đầu. Trong trường hợp lái xe không chú ý, chủ quan và nhận biết không kịp thời để điều chỉnh tay lái và điều chỉnh tốc độ thì xe có thể rời khỏi quỹ đạo của mình lấn sang phần của làn xe bên cạnh hoặc làn xe của luồng xe đối diện hay đi chệch ra lề đường. Tình huống này xảy ra khả năng phát sinh tai nạn giao thông, nhất là đối với các loại xe có động cơ đặt ở phía trước và gió xuất hiện bên phía hông trái của xe dễ bị đi chệch sang trái lấn vào làn xe ngược chiều (trường hợp b trên hình 6.7).

Vấn đề này gợi ý cho người thiết kế đường cần xem xét tăng bề rộng làn xe tại các đoạn đường đi qua vùng thường xuyên có gió to để bảo đảm khoảng cách an toàn cần thiết tối thiểu.

6.3.2. Xác định tốc độ tính toán của gió (V_g)

Ảnh hưởng của gió đến các điều kiện an toàn cho xe chạy được thể hiện qua hướng gió và tốc độ gió thổi. Tốc độ của gió càng mạnh thì áp lực của gió càng tăng. Mối quan hệ phụ thuộc của áp lực gió vào sự thay đổi của tốc độ gió được thể hiện trên hình 6.8.



Hình 6.8: Quan hệ phụ thuộc của áp lực gió vào tốc độ của nó.

Tuy nhiên, để xác định được trị số tốc độ gió tính toán là điều rất khó khăn vì tốc độ gió thay đổi liên tục và quanh năm. Ngoài ra, còn phụ thuộc vào sự thay đổi địa hình và vị trí của những đoạn đường được xây dựng .

Các đoạn đường đặc biệt nguy hiểm do gió gây ra đối với xe con, xe gắn máy khi chạy với tốc độ cao đó là các đoạn đi ra khỏi rừng, các đoạn có nền đào sâu, nền đắp cao, đoạn qua cầu. Ở những nơi này thường có khả năng có gió thổi bên hông đột ngột tăng cao tốc độ vì đã tạo ra các khoảng trống và các hành lang hút gió.

Rõ ràng, tốc độ của gió thổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố như điều kiện địa hình, địa vật. Tại những nơi có địa hình bằng phẳng, quang đãng ít vật cản thì gió thổi có tốc độ cao hơn so với các khu vực có địa hình trũng, các nơi kín gió như các khu rừng cây. Vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu sự thay đổi chế độ gió phụ thuộc vào điều kiện địa hình địa phương và vị trí từng khu vực có tuyến đường đi qua. Ngoài ra, khi gió thổi qua các chướng ngại vật thì tốc độ của gió còn phụ thuộc vào diện tích mặt cắt vuông góc với hướng gió thổi và chiều cao của chướng ngại. Không những vậy, cường độ và tốc độ của

gió còn thay đổi theo mùa trong năm. Ví dụ như ở nước ta, gió bão thường xuất hiện và có cường độ mạnh vào mùa hè và sang thu ở miền Bắc và miền Trung. Ở miền Nam thì những cơn mưa kèm theo gió to thường xuất hiện vào 6 tháng mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 11).

Đối với đường ôtô và đường trong các đô thị thì sự thay đổi những đặc trưng của gió thổi phụ thuộc vào độ dốc dọc của các đoạn đường, độ nhám của mặt đường. Mặt đường có độ nhám cao thì tốc độ gió thổi trên mặt đường giảm; tại các chỗ đỉnh dốc trên đường cong đứng lồi thì tác động của gió thổi mạnh hơn so với các đoạn đường ở dưới thấp. Các chướng ngại dọc đường cũng như sự thay đổi của hướng tuyến cũng làm thay đổi đường đi của luồng không khí, tức là làm thay đổi hướng gió.

Những quan trắc thực nghiệm được thực hiện ở khu vực có xây dựng các cầu của tiến sỹ O.V.Volia (Nga) về ảnh hưởng của gió đến an toàn xe chạy cho thấy khi gió thổi với tốc độ dưới 10m/s thực tế không có ảnh hưởng đến sự ổn định của xe chạy và gió có tác động nguy hiểm đến an toàn khi xe con chạy với tốc độ lớn hơn 70km/h, còn đối với loại xe micro bus (12 - 14 chỗ ngồi) chạy với tốc độ ≤ 80km/h.

Để đánh giá mức độ thay đổi của tốc độ gió, người ta lấy tốc độ gió thổi tại nơi quang đãng làm chuẩn và xét mức độ mạnh yếu của gió thổi tại các nơi khác bằng hệ số chuyển đổi. Hệ số này bằng tỷ số giữa tốc độ gió ở nơi đang xét (V_i) với tốc độ gió ở vùng quang đãng (V_{qd}):

$$k = \frac{V_i}{V_{qd}} \qquad (6.10)$$

Ví dụ: Tại vị trí quan đãng, bằng phẳng $k = 1$;

Tại độ cao lớn hơn 50m $k = 1,2 - 1,1$;

Tại độ cao nhỏ hơn 50m $k = 1,1$.

Khi quyết định lựa chọn tốc độ tính toán của gió chúng ta cần thu thập các số liệu đo tốc độ và hướng gió trong nhiều năm ở các đài khí tượng - thuỷ văn địa phương. Tuỳ thuộc vào tầm quan trọng, vị trí và chiều cao cũng như thời hạn của công trình mà lựa chọn trị số tốc độ gió tính toán theo các chu kỳ 1, 5, 10, 20 năm... Đây là trị số tốc độ gió lớn nhất xảy ra trong chu kỳ tính toán được lựa chọn. Tốc độ gió này được các trạm khí tượng đo ở độ cao cách mặt đất là 10m.

Cần lưu ý rằng dòng không khí di chuyển qua một mặt cắt ở mỗi thời đoạn có khối lượng không đổi. Nghĩa là:

$$F.V_g = const \qquad (6.11)$$

Trong đó:

V_g - tốc độ của gió, m/s;

F - mặt cắt ngang, m^2.

Do vậy khi gió thổi qua một diện tích hẹp (như khe núi hoặc qua nền đào hình chữ U) thì diện tích thổi qua F càng nhỏ, tốc độ gió càng mạnh. Điều này lái xe cần thiết phải lưu ý khi cho xe đi qua những khoảng hẹp trên khi gặp gió to; đồng thời cần có các giải pháp kỹ thuật (như trồng cây chắn gió, tường ngăn hướng gió hình thành) tại những vị trí này khi thiết kế và khai thác đường.

Vì tốc độ gió được đo ở các trạm khí tượng được quy định ở độ cao 10m nên để xác định tốc độ gió ở chiều cao z bất kỳ kể từ mặt đất ta có thể sử dụng mối quan hệ sau:

$$V_z = V_c \frac{\lg \frac{z}{z_o}}{\lg \frac{z_c}{z_o}} \qquad (6.12)$$

Trong đó:

V_z - tốc độ gió ở chiều cao z, m/s;

V_c, z_c - tốc độ gió và chiều cao cột cờ báo hướng gió (chính là tốc độ gió đo ở chiều cao cột cờ cao 10m);

z_o - thông số xét đến độ nhám bề mặt, trị số này dao động từ 1-20 cm tuỳ thuộc loại bề mặt ở dưới mặt đất.

Như vậy, trên các đoạn đường thường xảy ra nguy hiểm xe chạy mất an toàn do gió gây ra thì khi kiểm tra ổn định của ôtô, tốc độ gió tính toán phải xem xét ảnh hưởng của địa hình khu vực, chiều cao gió thổi và các nhân tố khác (như vào mùa mưa bão ảnh hưởng của gió mạnh mẽ hơn so với các mùa khác trong năm). Do đó, tốc độ gió tính toán cuối cùng được xác định bằng công thức:

$$V_{tt} = K_1.K_2.K_3.V_g \qquad (6.13)$$

Trong đó:

K_1 - hệ số xét đến vị trí của tuyến theo từng khu vực;

K_2 - hệ số xét đến độ cao thực tế ảnh hưởng của gió thổi so với tốc độ gió đo được. Đối với loại xe có trọng tâm đặt cách mặt đất 1m thì tại nền đắp cao 5m hệ số $K_2 = 0.9$ (ứng với chiều cao tính toán là 5 + 1 = 6);

K_3 - hệ số xét đến độ tăng tốc độ gió vào mùa mưa bão (tham khảo trị số $K_3 = 1,7 \div 1,9$).

Ở mỗi nước, do điều kiện địa hình, địa mạo và khí hậu thời tiết có khác nhau nên các hệ số trên đều phải được nghiên cứu quan trắc cụ thể, kể cả tốc độ gió tính toán để đưa ra các trị số riêng phù hợp với từng nước, từng khu vực. Trong điều kiện khí hậu nhiệt đới, nước ta có mưa nhiều, nhất là vào mùa mưa bão ảnh hưởng của gió bão đến an toàn giao thông là rất đáng kể nhưng cho đến nay cũng chưa có một đơn vị, cơ quan quản lý đường nào đặt vấn đề nghiên cứu vấn đề này. Đã đến lúc chúng ta cần phải tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của gió bão đến an toàn giao thông để có những giải pháp chống tác động nguy hiểm của gió một cách có hiệu quả bằng các số liệu tính toán thiết kế cũng như các biện pháp kỹ thuật cụ thể áp dụng cho từng vùng, từng khu vực trong cả nước.

6.3.3. Phương hướng bảo đảm an toàn xe chạy trên các đoạn đường nguy hiểm do gió gây ra

Từ những phân tích ở trên về ảnh hưởng của gió bão đến an toàn xe chạy giúp chúng ta tìm ra phương hướng cùng các giải pháp kỹ thuật và tổ chức giao thông, quản lý khai thác các tuyến đường khi thiết kế và khai thác chúng nhằm hạn chế sự nguy hiểm do gió bão gây ra, nâng cao độ an toàn cho xe chạy.

Có thể nêu ra hai phương hướng cơ bản cho các giải pháp để bảo đảm an toàn xe chạy đó là: hoặc vẫn duy trì xe chạy với tốc độ thiết kế ứng với mỗi cấp đường được thiết kế hay đang khai thác, hoặc giảm tốc độ xe chạy để tránh nguy hiểm do gió bão gây ra.

Thực nghiệm và những quan trắc của nước ngoài cho thấy đối với đường ôtô cấp thấp xe chạy với tốc độ không cao (chỉ vào khoảng 50 - 60 km/h) thì ảnh hưởng của gió đối với sự ổn định xe chạy là không đáng kể và hầu như không xảy ra tai nạn nguy hiểm, ngoại trừ trường hợp gặp khi gió bão, trời mưa to nước không thoát kịp tạo thành một lớp màng mỏng trên mặt đường gây ra hiện tượng trượt, lướt của ôtô , làm cho lái xe không điều khiển được tay lái, ôtô bị trượt và đi chệch sang làn xe đối diện hoặc lấn ra lề. Trong trường hợp này điều kiện để xe chạy ổn định không bị trượt ngang là:

$$G.\varphi_n \geq k.q_o.F \qquad (6.14)$$

Trong đó:

- φ_n - hệ số lực bám ngang;
- G - khối lượng của ôtô, kg;
- k - hệ số khí động học;
- q_o - áp lực của gió, kG/m² được xác định theo công thức trên;
- F - diện tích hình chiếu của ôtô vuông góc với hướng gió, m².

Vế phải trong công thức (6.14) chính là áp lực gió Q được xác định từ công thức (6.7) đã nêu ở trên.

Cần phải thấy rằng, trong các tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô và đường đô thị đã ban hành ở nhiều nước cũng như ở nước ta, tốc độ tính toán thiết kế được xác định chỉ đơn thuần dựa vào các yêu cầu chuyển động của xe trên đường (bảo đảm lực kéo và lực bám) mà chưa có quy trình nào đề cập đến ảnh hưởng của gió bão đến an toàn ổn định chống trượt của ôtô. Vì thế, đa số các trường hợp duy trì tốc độ xe chạy tính toán ở những đoạn đường có khả năng gây nguy hiểm do gió bão gây ra là hoàn toàn không có lợi cho an toàn xe chạy. Do đó, đối với các đường ôtô cấp cao, đường cao tốc, các đường trục chính đô thị có tốc độ xe chạy thiết kế cao (thường $V_{tt} \geq 100km/h$) thì cần có các biện pháp hạn chế tốc độ của ôtô vào mùa mưa bão tại những đoạn đường có thể nguy hiểm đế an toàn xe chạy do gió bão gây ra đã được xác định cụ thể qua theo dõi, quan trắc thường xuyên. Có thể sử dụng biển báo điện tử với màu đèn khác nhau để thể hiện mức độ mạnh yếu của các cơn gió xuất hiện cùng với tốc độ gió tương ứng, đồng thời chỉ dẫn tốc độ hạn chế của ôtô khi đi vào vùng có thể nguy hiểm do gió gây ra bằng hệ thống điều khiển từ xa. Loại biển báo điện tử này đặc biệt cần thiết trên các đường cao tốc, đường ôtô thứ hạng cao cấp quốc gia (quốc lộ), các đường vành đai của các đô thị, thành phố lớn, vì trên các đường này ôtô thường chạy với tốc độ cao.

Những giải pháp kỹ thuật và tổ chức giao thông nhằm bảo đảm an toàn giao thông tránh nguy hiểm do gió bão gây ra trên đường bao gồm:

1- Biện pháp tổ chức giao thông

Tiến hành khảo sát, quan trắc và theo dõi xác định các đoạn đường chịu ảnh hưởng và mức độ ảnh hưởng của gió đến an toàn xe chạy và cắm biển báo trước cho lái xe biết sẽ đi vào các đoạn đường có gió nguy hiểm. Cắm biển hạn chế tốc độ xe chạy khi có gió to trên các đoạn đường này.

Các thông tin, tín hiệu cần thiết cho lái xe về tác động của gió bao gồm: tốc độ tính toán (cấp gió) và hướng gió thịnh hành, mùa gió to thường xuất hiện, tốc độ giới hạn của xe chạy trên đoạn đường có gió gây nguy hiểm đến an toàn giao thông . Các biển báo này phải được đặt trước đoạn có gió nguy hiểm từ 150-300m để tạo điều kiện cho lái xe có đủ thời gian chuẩn bị để đối phó và sẵn sàng xử lý tình huống xảy ra.

2- Trồng cây chắn gió

Giải pháp trồng cây không những đạt được mục đích chắn gió mà còn mang lại hiệu quả cải thiện môi trường sống và tạo cảnh quan thiên nhiên , tăng vẻ đẹp thẩm mỹ của con đường.

Khi thiết kế chống gió chúng ta cần lưu ý những vấn đề rút ra từ những kết quả nghiên cứu ở nước ngoài như sau:

- Nếu cây xanh trồng trên đoạn cần bảo vệ không tạo thành một dải liên tục mà lại trồng đứt quãng tạo nên những khoảng hở thì chính những khoảng hở này làm tốc độ gió tăng lên đáng kể, vì khi gió thổi luồng không khí đi qua khoảng trống sẽ tạo thành hiệu ứng "vòi phun".

- Ở khoảng giữa dải cây trồng bảo vệ tốc độ gió có giảm một chút ít. Cụ thể đối với bụi cây rậm rạp tốc độ gió giảm 15% và với rặng cây trồng cao trung bình tốc độ gió giảm xuống khoảng 5%.

Hàng cây trồng càng dày , mức độ chắn gió càng tăng và làm cho gió giảm tốc độ và gió thổi yếu đi. Sau dải trồng cây chắn thì gió sẽ yếu đi ở một khoảng cách nhất định. Gió đặc biệt thổi yếu nhất ở chiều cao từ 2 - 4m so với trên mặt phần xe xe chạy .

- Đối với nền đắp cao, tốc độ gió ở đây lớn hơn so với nơi gió thổi vào chỗ trống. Đồng thời nền đắp cao chỉ được bảo vệ chống gió tốt trong trường hợp chiều cao của nền đắp này không lớn hơn một nửa hay 3/4 chiều cao của cây trồng; vì thế muốn trồng cây chắn gió có hiệu quả ở các đạon đắp cao thì nên trồng cây thành rừng ở xa hơn, còn nếu trồng các cây thấp trực tiếp trên mái dốc hay chân nền đắp thì hiệu quả chống gió sẽ kém. Tại đỉnh của nền đắp, tốc độ gió tăng lên rõ rệt nhưng ở trước và sau nền đắp thì gió có xu hướng giảm mạnh.

- Tại các đoạn đường thường xảy ra gió thổi mạnh thì chống gió có hiệu quả lớn là trồng cây cản gió ở cả hai bên đường

- Khi tuyến đường đi ra khỏi vùng được chắn gió và có gió yếu (như băng qua cánh rừng, qua hầm hay qua nền đào) đến vùng thoáng đãng thì cần thiết phải trồng các loại bụi cây có khoảng cách thưa dần để tạo thành vùng đệm chuyển từ vùng có gió yếu đến vùng có gió thổi với tốc độ tăng dần.

- Để hạn chế gió thổi mạnh trên mặt đường nên trồng các cụm cây lớn có tán lá rậm rạp ở bên cạnh các bụi cây thưa, nhằm che khuất các khoảng hở, tránh được "hiệu ứng vòi phun". Bề rộng của các khoảng trống khi trồng cây chắn gió phải nhỏ hơn $0,14V_{tk}$ (V_{tk} là tốc độ tính toán của ôtô). Với bề rộng này sẽ bảo đảm tốc độ gió thổi vào bên hông của ôtô không vượt quá 0,5c và ôtô hầu như không bị đi chệch khỏi quỹ đạo ban đầu.

3- Xây dựng tường rào chống gió: có thể xây dựng tường chống gió trên các đoạn có gió mạnh nguy hiểm. Tường chống tác dụng của gió mạnh thường được chế tạo từ nhiều loại vật liệu khác nhau như: vật liệu chất dẻo, vật liệu hợp kim nhẹ có khả năng chống ăn mòn tốt, màng chất dẻo tổng hợp và các loại vật liệu khác. Đây là những vật liệu làm tường chống gió đã được sử dụng ở nước ngoài. Kết quả nghiên cứu hàng loạt thực nghiệm trên đường trục ở ý khi sử dụng hợp kim nhẹ làm tường bảo vệ gió (các màng

tường được xếp nghiêng 60° tạo dáng khí động học) đã làm cho tốc độ gió giảm xuống 40 - 50%.

Ảnh hưởng của gió to đến an toàn xe chạy chủ yếu là đối với xe con và xe máy, đặc biệt khi xuất hiện gió thổi mạnh ở bên hông xe đang chạy với tốc độ cao và xe đang đi trên các đoạn đường có không gian trống trải hay đi ra từ cửa rừng, cửa hầm, từ nền đào sâu. Vì thế, các giải pháp bảo đảm an toàn chống trượt, lật xe khi gặp gió bão có ý nghĩa đặc biệt quan trọng đối với hai loại phương tiện trên.

Trong điều kiện nước ta hiện nay, để giảm bớt ảnh hưởng nguy hại của gió bão đến an toàn giao thông thì biện pháp có hiệu quả kinh tế - kỹ thuật hơn cả đó là trồng cây chắn gió và đặt các biển báo tại các đoạn có gió nguy hiểm từ những kết quả theo dõi hàng năm của các đơn vị quản lý, khai thác đường.

4- Giải pháp mở rộng làn xe chạy

Tại các đoạn nguy hiểm do gió bão gây ra trên các đường cao tốc và đường ôtô cấp cao, đường trục vành đai của các thành phố lớn để đề phòng khi có gió to sẽ xảy ra tình huống ôtô bị đi chệch khỏi quỹ đạo ban đầu (xem hình 6.6) lấn sang làn xe bên cạnh hay làn xe của luồng xe chạy ngược chiều, gây ra tai nạn người ta đưa ra giải pháp mở rộng làn xe chạy trên các đoạn nguy hiểm này.

Độ mở rộng của làn xe phụ thuộc vào trị số độ chệch Y vuông góc với trục đường. Độ chệch so với quỹ đạo ban đầu của ôtô phụ thuộc vào thời gian phản ứng của lái xe. Nếu lái xe phản ứng nhanh thì độ lệch này có trị số nhỏ và ngược lại. Thực nghiệm cho thấy: khi thời gian phản ứng của lái xe là 1s thì độ lệch của ôtô so với quỹ đạo ban đầu là 0,5 - 0,9m còn nếu thời gian phản ứng của lái xe tăng đến 1,6s thì độ lệch lên tới 2 - 3m. Xem như vậy thì thời gian phản ứng của lái xe khi gặp gió bão là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến an toàn xe chạy. Nếu lái xe phản ứng lại một cách nhanh chóng trong thời gian ngắn từ 0,5 - 0,7s thì độ lệch quỹ đạo của xe so với hướng đi ban đầu là không đáng kể và xe chạy an toàn. Trên cơ sở quan trắc xác lập được công thức thực nghiệm xác định độ lệch quỹ đạo của ôtô như sau:

$$Y = a_1.a_2.t_{lu}^3 \qquad (6.15)$$

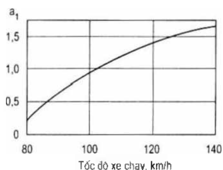
Trong đó:

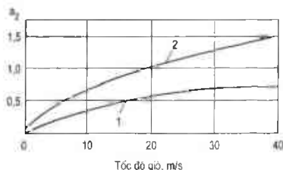
a_1 - hệ số xét đến tốc độ của xe chạy;

a_2 - hệ số xét đến các đặc trưng kết cấu của ôtô và tốc độ của gió;

t_{lu} - thời gian phản ứng của lái xe khi gặp gió bão, s.

Các hệ số a_1 và a_2 được xác định trên biểu đồ hình 6.9.



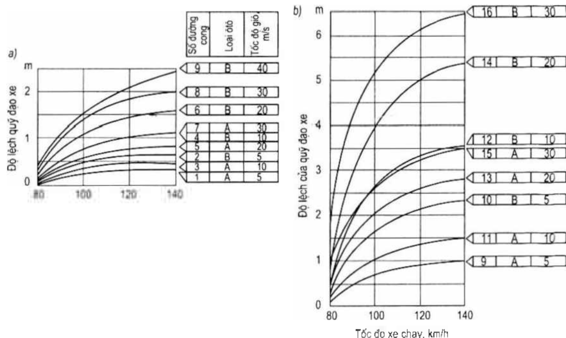


Hình 6.9.

1- ôtô có động cơ đặt ở phía trước (loại A); 2- ôtô có động cơ đặt ở phía sau (loại B)

Độ lệch quỹ đạo của xe Y được tính theo công thức 6.15 không xét đến trường hợp trời mưa to trên mặt đường tạo thành một lớp màng nước mỏng.

Trên hình 6.10 biểu thị quan hệ giữa độ lệch quỹ đạo của ôtô khi gặp gió bão phụ thuộc vào tốc độ xe chạy và đặc trưng kết cấu của loại ôtô (loại A: động cơ đặt ở phía trước; loại B động cơ đặt ở phía sau) và thời gian phản ứng của lái xe khi gặp gió bão ($t_{fư}$).



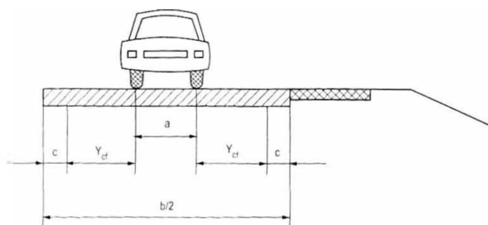
Hình 6.10: *Biểu đồ xác định độ lệch của quỹ đạo ôtô do tác động của gió*

a. Thời gian phản ứng của lái xe là 1s;

b. Thời gian phản ứng của lái xe là 1,5s

Từ biểu đồ cho thấy đối với đường hai làn xe, bề rộng mỗi làn xe là 3,5m thì khi gặp gió to hoặc gió rất to có tốc độ gió đạt 20 m/s thì tốc độ giới hạn cho phép của ôtô là 90km/h còn đối với đường nhiều làn xe tốc độ giới hạn này bằng 95km/h. Đối với các lái xe không chuyên nghiệp thiếu kinh nghiệm do thời gian phản ứng tâm lý kéo dài t_{tc} = 1,5s) nên tốc độ giới hạn cho phép để bảo đảm an toàn chạy xe khi gặp gió khá to và gió to (tốc độ gió V_g không vượt quá 15m/s) là 80km/h.

Sơ đồ tính toán độ lệch cho phép khi gặp gió bão đối với nửa bề rộng phần xe chạy $\frac{b}{2}$) của đường hai làn xe trình bày trên hình 6.11 và được xác định bằng công thức:



Hình 6.11: Sơ đồ tính toán độ lệch cho phép của ôtô khi gặp gió bão

$$Y_{cf} = \frac{b}{4} - \left(c + \frac{a}{2}\right), m \tag{6.16}$$

Trong đó:

$\frac{b}{2}$ - bề rộng một làn xe (hay bề rộng nửa phần xe chạy của đường hai làn xe);

c - khoảng cách dao động cho phép của ôtô so với mép phần xe chạy hay mép của làn xe ngược chiều. Theo Damakhaev (Nga) thì hệ số c = d + 0,05V (V - tốc độ xe chạy, km/h):

d = 0,50 với làn xe bên cạnh là ngược chiều;

d = 0,35 với làn xe cùng chiều.

Có thể tham khảo các trị số về độ lệch quỹ đạo xe cho phép (Y_{cf}) được nghiên cứu ở nước ngoài phụ thuộc vào các đặc trưng của phần xe chạy (số làn xe, bề rộng đường ...) loại kết cấu xe được cho trong bảng dưới đây:

Bảng 6.3

Đặc trưng của phần xe chạy	Bề rộng một làn xe, m	Trị số độ lệch quỹ đạo cho phép, m	
		ôtô nhóm A	ôtô nhóm B
- Đường hai làn xe không có dải mép và lề gia cố	3,50	0,55	0,70
	3,75	0,70	0,85
- Đường hai làn xe có dải mép không nhỏ hơn 0,3m và lề gia cố	3,5	0,60	0,80
	3,75	0,75	0,90
- Đường nhiều làn xe	3,75	0,70	0,85

Vấn đề mở rộng thêm bề rộng phần xe chạy để đề phòng xe chạy với tốc độ cao bị đi chệch khỏi quỹ đạo dễ gây ra tai nạn tại các đoạn nguy hiểm khi có gió bão cần được các nhà thiết kế và khai thác đường lưu tâm chỉ nên đối với các đường cấp cao, bởi nó kéo theo điều kiện kinh tế, làm tăng chi phí xây dựng, còn đối với các đường ôtô cấp thấp và các đường phố trong nội đô có tốc độ xe chạy tính toán thấp và ở các vị trí khuất gió thì ảnh hưởng của gió đến điều kiện xe chạy là không đáng kể nên không cần quan tâm đến vấn đề này.

6.4. ẢNH HƯỞNG CỦA MƯA, BỤI, SƯƠNG MÙ ĐỐI VỚI AN TOÀN XE CHẠY

6.4.1. An toàn xe chạy khi tầm nhìn bị hạn chế do thời tiết có mưa và sương mù

Lái xe có thể điều khiển xe chạy chỉ được bảo đảm khi các điều kiện khí hậu thời tiết trên đường thuận lợi giúp cho lái xe nhìn thấy rõ ở một khoảng cách đủ để xử lý trong mọi tình huống có thể.

Tầm nhìn do điều kiện khí tượng gây ra được gọi là tầm nhìn khí tượng. Có thể định nghĩa tầm nhìn khí tượng như sau:

Khoảng cách tầm nhìn khí tượng là khoảng cách lớn nhất trong điều kiện không khí trong sạch của một vật thể đen tuyệt đối có các kích thước góc lớn (lớn hơn 20') được chiếu lên nền bầu trời gần với đường chân trời bị hoà nhập vào nền và không nhìn thấy được.

Xác định khoảng cách tầm nhìn khí tượng được thực hiện ở các trạm khí tượng địa phương bằng cách xác định tầm nhìn thực tế bằng mắt thường nhiều loại đối tượng có kích thước màu sắc và hình dạng khác nhau. Cự ly tầm nhìn khí tượng được chia thành 10 thang thống nhất quốc tế, trong đó có 6 thang được sử dụng làm mục đích tổ chức cho xe chạy ghi trong bảng 6.4.

Bảng 6.4

Thang	Nhìn thấy đối tượng	Không nhìn thấy đối tượng
	Khoảng cách đến đối tượng, m	
0	-	50
1	50	200
2	200	500
3	500	1000
4	1000	2000
5	2000	> 4000

Xe chạy trên đường trong thời gian gặp điều kiện thời tiết xấu như: xuất hiện sương mù, mưa hoặc bụi do tầm nhìn khí tượng không bảo đảm nên điều khiển xe gặp khó khăn khi cho xe chạy với tốc độ cao. Đây là một trong những nguyên nhân xảy ra tai nạn trên đường. Điều này đặc biệt nguy hiểm khi xảy ra trên các đường cao tốc, do các phương tiện giao thông đều chạy với tốc độ cao nên khi xảy ra tai nạn hai xe đụng nhau sẽ phát sinh "phản ứng dây chuyền" gây tai nạn liên tiếp cho các xe đi sau vì sự cố bất ngờ khiến các lái xe đi sau không kịp xử lý kịp thời.

Những nghiên cứu của các nhà tâm sinh lý ở nước ngoài cho thấy có tới 90 - 95% các thông tin về điều kiện đường do lái xe thu nhận được là bằng thị giác và thu nhận các tương phản ánh sáng mạnh nhất khi được hoà hợp với độ sáng của trường nhìn. Độ nhạy cảm của con người đối với ánh sáng tương phản được biểu thị bởi tỷ số giữa độ chói của trường nhìn (L) với độ tương phản ánh sáng còn lại có thể phân biệt được sự vật (ΔL):

$$U = \frac{L}{\Delta L} \qquad (6.17)$$

Từ công thức 6.17 cho thấy, khi độ chói của trường nhìn có trị số cao và đồng đều thì điều kiện thu nhận của lái xe sẽ tốt. Điều này có nghĩa là trong phạm vi của đường dành cho xe chạy phải có đủ độ sáng cần thiết để có thể vượt qua "ngưỡng cửa" của độ nhạy cảm, tức là tránh không để xảy ra trường hợp lái xe không có thể phân biệt được các tương phản ánh sáng xuất hiện trên mặt đường.

Điều kiện cần thiết để xác định tầm nhìn khí tượng trên mặt đường là độ tương phản ánh sáng giữa mặt đường và phông nền (không gian bao quanh); được biểu thị bằng tỷ số giữa hiệu số độ chói giữa đối tượng (ví dụ mặt đường) và độ chói của phông nền với độ chói của phông nền là không gian bao quanh phải lớn hơn trị số ngưỡng cửa tương phản. Cụ thể:

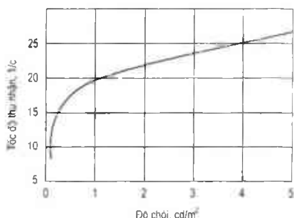
$$K = \frac{L_{dt} - L_n}{L_n} \geq K_{ng} = \frac{\Delta L}{L_n} \qquad (6.18)$$

Trong đó:

L_{dt}, L_n - độ chói của đối tượng và của phông nền;

K_{ng} - ngưỡng của tương phản tương ứng với hiệu số các độ chói tối thiểu ΔL mà mắt lái xe phát hiện được đối tượng đầu tiên với xác suất lớn hơn 50%.

Độ chói của mặt đường phụ thuộc vào loại vật liệu làm mặt đường và điều kiện thời tiết khó khí hậu. Khi trời mưa, mặt đường bị ẩm ướt làm thay đổi độ sáng và độ phản xạ ánh sáng. Trị số độ chói của mặt đường do lái xe cảm nhận được quyết định tốc độ thụ cảm của lái xe. Trên hình 6.12 thể hiện quan hệ giữa tốc độ cảm nhận phụ thuộc vào độ chói của mặt đường cho thấy lái xe cảm nhận càng nhanh khi độ chói sáng của mặt đường càng cao.



Hình 6.12

Vì vậy, để bảo đảm an toàn cho xe chạy trong các đô thị, thành phố lớn trong mọi điều kiện thời tiết và nhất là vào ban đêm tối trời tầm nhìn khí tượng bị hạn chế mà "Tiêu chuẩn thiết kế chiếu sáng nhân tạo đường phố, quảng trường đô thị của Việt Nam" (TCXDVN 259 : 2001) đã quy định độ chói trung bình trên mặt đường (cd/m²) đối với các loại đường phố như sau (xem bảng 6.5).

Bảng 6.5

Loại đường	Cấp chiếu sáng	Lưu lượng xe lớn nhất trong thời gian có chiếu sáng (xe/h)	Độ chói trung bình trên mặt đường, cd/m²
1	*2*	*3*	*4*
1. Đường phố cấp đô thị (đường cao tốc, đường phố chính cấp I, II)	A	> 3000	1,6
		1000 - 2000	1,2
		500 - 1000	1,0
		< 500	0,8
2. Cấp khu vực (đường khu vực, đường vận tải)	B	> 2000	1,2
		1000 - 2000	1,0
		500 - <1000	0,8
		200 - <500	0,6
		<200	0,4

1	2	3	4
3. Đường nội bộ (đường khu nhà ở, đường khu công nghiệp và kho tàng)	C	> 500 < 500	0,6 0,4
4. Quảng trường - Quảng trường chính, quảng trường giao thông, trước ga, đầu mối các công trình giao thông - Quảng trường trước các công trình công cộng và các địa điểm tập trung công cộng	 A B	 - -	Theo (1) và (2)

Cường độ của ánh sáng phản chiếu phụ thuộc vào loại vật liệu làm mặt đường và khả năng khuyếch tán ánh sáng của nó, được xác định thông qua hệ số phản chiếu X. Khi trị số X thay đổi từ 0,5 đến 2,0 thì cường độ ánh sáng tăng lên đến 20 lần. Trong trường hợp trời mưa thì hệ số khuyếch tán của ánh sáng thay đổi rất lớn, có thể gấp 3,8 lần so với lúc mặt đường khô ráo trời không mưa. Vì thế vào thời gian mưa kể cả mưa phùn vào mùa đông hay mùa xuân thì tầm nhìn khí tượng bị thu hẹp và khả năng an toàn giao thông giảm.

Trong trường hợp xe đang trên đường lại gặp trời mưa, mặt đường có nhiều bụi bẩn thì bụi bẩn hoà với nước mưa tạo thành nước bùn bắn lên kính chắn gió của ôtô làm cho kính chắn phía trước của ôtô bị vẩn đục mờ, nên mặc dù đã sử dụng gạt nước nhưng lái xe vẫn bị hạn chế tầm nhìn cũng như trường nhìn cần thiết để bảo đảm an toàn cho xe chạy.

Một hiện tượng thời tiết quan trọng nữa ảnh hưởng đến tầm nhìn khí tượng và an toàn xe chạy là sương mù.

Sương mù là sự tích tụ các hạt nước nhỏ li ti bay lơ lửng trên mặt đất. Mức độ dày đặc của sương mù được đo bằng lượng nước có trong 1m^3 không khí.

Sương mù dày đặc khi lượng nước có trong không khí lớn hơn 0,8g/m^3 và tương ứng với cự ly tầm nhìn khí tượng nhỏ hơn 50m và khi lượng nước từ 0,4 - 0,8g/m^3 thì cự ly tầm nhìn là 50 - 500mm, còn khi có sương mù loãng (lượng nước trong không khí nhỏ hơn 0,4g/m^3) thì sương mù có ảnh hưởng đến trường nhìn của lái xe.

Tác dụng của sương mù làm hạn chế tầm nhìn khí tượng của lái xe càng tăng khi sương mù xuất hiện vào lúc sẩm tối và vào ban đêm không đủ ánh sáng. Vì thế, nếu cho xe chạy tốc độ cao vào những lúc như thế này là rất nguy hiểm.

6.4.2. Xác định tầm nhìn khí tượng khi thời tiết có mưa và sương mù

1. Tầm nhìn khí tượng khi trời mưa

Cự ly tầm nhìn khí tượng khi trời mưa phụ thuộc vào cường độ mưa q. nghiên cứu mối quan hệ này tác giả E.A.Pôliacôva (Nga) đã đưa ra công thức :

$$S_{kt} = 14q^{-0,7} \qquad (6.19)$$

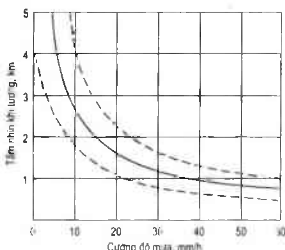
Trong đó:

S_{kt} - cự ly tầm nhìn khí tượng, km;

q - cường độ mưa, mm/h.

Từ công thức tính toán cho thấy khi cường độ mưa có cường độ đạt tới 120mm/h (hay 2mm/phút) thì trên phông nền là bầu trời lái xe và người đi bộ chỉ nhìn thấy ở khoảng cách nhỏ hơn 1000m.

Trên hình 6.13 biểu thị mối quan hệ từ thực nghiệm giữa tầm nhìn khí tượng phụ thuộc vào cường độ mưa do E.A.Pôliacôva lập.



Hình 6.13

Khảo sát và so sánh ảnh hưởng của mưa và sương mù đến tầm nhìn khí tượng cho thấy nếu có cùng một lượng nước trong không khí (g/m³) thì hiện tượng sương mù làm giảm tầm nhìn nhiều hơn so với trời mưa. Nhưng do những hạt mưa đập vào kính chắn gió của ôtô đã làm giảm tầm nhìn và độ tương phản của mặt đường , do đó lái xe điều khiển xe khó khăn hơn.

2. Cự ly tầm nhìn khí tượng khi có sương mù

Như trên đã trình bày: khi xuất hiện sương mù thì tuỳ thuộc vào lượng nước chứa trong 1m³ không khí (g/m³) tạo ra sương mù dày đặc, trung bình hay loãng mà ảnh hưởng đến tầm nhìn khí tượng lớn hay nhỏ đối với lái xe.

Để tính toán xác định tầm nhìn khí tượng khi có sương mù ta có thể sử dụng công thức của N.V. Kôsevlencơ (Nga):

$$S_{kt} = \frac{14}{w}\ , \text{km} ; \qquad (6.20)$$

Trong đó: w - lượng nước chứa trong 1m³ không khí, (g/m³) được xác định bằng công thức $w = N.v_g.S_n$

hay $$w = N.\frac{4\pi r^3}{3}\rho_n \quad (6.21)$$

với N - số lượng giọt nước (sương) có trong một đơn vị thể tích;

v_g - thể tích giọt nước hình cầu, $v_g = \frac{4\pi r^3}{4}$;

ρ_n - mật độ của nước.

Khi thời tiết có sương mù dày đặc thì lượng nước chứa trong không khí (w) rất lớn do đó tầm nhìn khí tượng có thể bằng 0, gặp trường hợp này, lái xe không nhìn thấy gì, còn khi có sương mù yếu thì tầm nhìn khí tượng giảm xuống còn 1km.

Các công thức xác định tầm nhìn khí tượng do ảnh hưởng của mưa hoặc có sương mù nêu ở trên dựa trên cơ sở thực nghiệm hoặc tính gần đúng của các tác giả nước ngoài với mục đích để bạn đọc tham khảo. Do điều kiện khí hậu và tâm sinh lý con người ở mỗi nước có khác nhau nên để có thể sử dụng các công thức trên chúng ta cần phải khảo sát, thử nghiệm và nghiên cứu để đưa ra các số liệu phù hợp với khí hậu nhiệt đới nóng ẩm áp dụng cho từng khu vực trong nước.

6.4.3. Khảo sát chế độ xe chạy và xác định tốc độ xe chạy cho phép trong điều kiện tầm nhìn khí tượng bị hạn chế

Khi tầm nhìn khí tượng bị hạn chế các xe chạy trên đường bắt buộc phải giảm tốc độ để tránh xảy ra tai nạn.

Khả năng giảm tốc độ nhiều hay ít phụ thuộc vào điều kiện thời tiết (xuất hiện sương mù dày đặc hay loãng, mưa bụi hay mưa to...) và phụ thuộc vào cấp hạng kỹ thuật của đường quyết định khoảng các tầm nhìn thiết kế cùng các trang thiết bị kỹ thuật tương ứng. Cấp đường càng cao tốc độ xe chạy giảm càng ít.

Trên cơ sở khảo sát dòng xe chạy trên đường có tầm nhìn khí tượng bị hạn chế ở cự ly từ 50m đến 700m người ta đưa ra công thức xác định tốc độ dòng xe trung bình (với suất bảo đảm 95%) tương ứng với tầm nhìn khí tượng hạn chế $S_{kt} \leq 700$m phụ thuộc vào tốc độ xe chạy ứng với tầm nhìn khí tượng $S_{kt} = 50$m như sau:

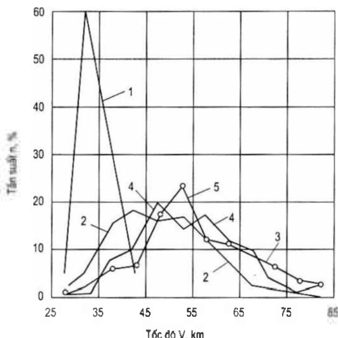
$$V_{S_{kt}} = V_{S50} + aS_{kt}e^{-bS_{kt}} \quad (6.22)$$

Trong đó:

$V_{S_{kt}}$ là tốc độ xe chạy ứng với tầm nhìn khí tượng hạn chế $S_{kt} \leq 700$m;

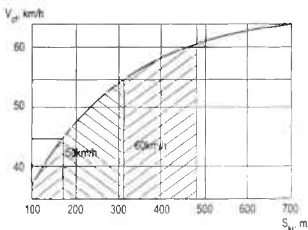
a, b - các thông số được xác định bằng thực nghiệm.

Trên hình 6.14 trình bày kết quả khảo sát phân bố tốc độ của dòng xe trên một đường ôtô cấp II ở CHLB Nga cho thấy:



Hình 6.14: Phân bố tốc độ của dòng xe ứng với tầm nhìn khí tượng hạn chế khác nhau.
1 - S_{kt} = 100m; 2 - S_{kt} = 200m; 3 - S_{kt} = 500m; 4 - S_{kt} = 1000m

Khi khoảng cách tầm nhìn khí tượng rất bị hạn chế (S_{kt} = 100m) thì đường cong phân bố tốc độ của dòng xe chỉ có một cực trị, dòng xe chạy với tốc độ thấp (V_d = 25 - 40km/h) và phần lớn ôtô trong dòng chạy với tốc độ V = 30km/h (tần số xuất hiện n = 60%). Khi tầm nhìn khí tượng hạn chế được tăng lên gấp đôi (S_{kt} = 200m) thì đa số ôtô trong dòng xe chạy với tốc độ V = 40 - 50 km/h và đường cong phân bố có dạng đa trị. Khi tầm nhìn khí tượng được tăng lên đến 500m thì có tới gần 25% xe trong dòng chạy với tốc độ 50km/h. Điều đó có nghĩa là, trong phạm vi tầm nhìn khí tượng bị hạn chế với các cự ly ngắn thì các loại xe trong dòng (kể cả xe tải và xe con) đều chạy với tốc độ thấp như nhau để bảo đảm an toàn.



Hình 6.15

Những kết quả nghiên cứu về an toàn xe chạy cho phép xác lập khoảng tốc độ xe chạy cho phép

và giới hạn trên của chúng ứng với các cự ly tầm nhìn khí tượng giới hạn khác nhau (S_{kt}) được chỉ ra trên hình 6.15.

Ở Mỹ, người ta đã xác lập mối quan hệ giữa tốc độ xe chạy với mức độ (mật độ) của sương mù như dưới đây (bảng 6.6).

Bảng 6.6

Tốc độ xe chạy v, km/h	Tình trạng sương mù			
	Thấy rõ	Thấy mờ mờ khói	Sương mù có mật độ trung bình	Sương mù dày đặc
- Tối thiểu	80	72	65	7
- Tốc độ với suất bảo đảm 85%	90	83	72	7

Nói chung, khi gặp thời tiết có sương mù dày đặc, nhất là hiện tượng này xảy ra vào ban đêm, lúc trời nhá nhem tối để bảo đảm an toàn không nên cho xe chạy.

Chúng ta cần phân biệt hậu quả khác nhau giữa tầm nhìn hình học được xác định theo điều kiện khoảng cách an toàn động học khi xe chạy với tầm nhìn hạn chế khí tượng do điều kiện thời tiết khí hậu. Nếu như tầm nhìn hạn chế về mặt hình học chỉ xảy ra trên một khoảng cách ngắn (100 - 150m) và được khắc phục bằng thiết kế phá bỏ chướng ngại vật (như bạt, hạ thấp ta luy ở trong đường cong, chặt bỏ cây to cản trở tầm nhìn ...) thì tầm nhìn hạn chế khí tượng (gây ra bởi sương mù, mưa...) có thể xảy ra cùng một thời điểm trên đoạn đường kéo dài hàng chục thậm chí vài chục km và gây ảnh hưởng nặng nề đến an toàn xe chạy do hạn chế trường nhìn, làm mờ kính chắn gió phía trước khiến lái xe không thể thụ cảm đầy đủ mọi đối tượng và tình trạng ở xung quanh làm gia tăng tai nạn giao thông. Thống kê tại bang California của Mỹ trước đây cho thấy trên các đường trục khi có sương mù tai nạn giao thông tăng gấp đôi so với bình thường, và cũng tại Mỹ thống kê cho biết số tai nạn giao thông gây ra do sương mù chiếm khoảng 3% và do mưa 12%.

Trên các đường trục có lưu lượng xe chạy cao và các xe chạy trên đường với tốc độ lớn nên khi đi vào khu vực có tầm nhìn khí tượng bị hạn chế do sương mù có thể xảy ra "tai nạn dây chuyền", do các xe va chạm với nhau cùng một lúc. Tuy nhiên, cũng có trường hợp cá biệt với điều kiện thời tiết bất lợi như thế nhưng tai nạn không những không tăng mà lại có chiều hướng giảm. Ví dụ như ở Áo, các nghiên cứu trước đây cho thấy hiện tượng sương mù làm số tai nạn giảm xuống 6 - 10%. Điều này có thể giải thích bằng sự chú ý và thận trọng của các lái xe đi trên đường đã thấy rõ sự nguy hiểm và đến chủ động giảm tốc độ xe chạy và luôn luôn "cảnh giác" trong một quá trình chạy xe trên đoạn đường có sương mù.

Khảo sát các điều kiện xe chạy trong điều kiện tầm nhìn khí tượng bị hạn chế rút ra được những giải pháp khắc phục nhằm giảm tai nạn giao thông theo các hướng sau:

- Cải thiện tầm nhìn trên đường khi có mưa, sương mù dựa trên cơ sở các nguyên tắc thiết kế đặt tuyến quan học và thụ cảm thị giác của lái xe.

- Tăng cường cung cấp thông tin cho lái xe thông qua trang thiết bị trên đường bao gồm hệ thống biển báo, cột và đèn tín hiệu; đèn chiếu sáng các đoạn đường có sương mù bằng loại đèn riêng có khả năng chiếu xuyên qua sương mù, bụi (ví dụ như loại bóng đèn sodium cao áp có ánh sáng vàng); dùng vật liệu sáng màu để xây dựng lề đường ở hai bên (như sơn vạch hay bêtông màu...) để lái xe phân biệt rõ ranh giới giữa mặt đường và lề đường.

Ở các nước phát triển người ta còn sử dụng các giải pháp nhân tạo khác nhau khá tốn kém (phương pháp tăng nhiệt, phương pháp hoá học, cơ học, tích điện...) để làm tiêu tan các đám sương mù trên diện hẹp cục bộ hay trên các đoạn đường .

6.5. ẢNH HƯỞNG CỦA SỰ THAY ĐỔI NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ ĐẾN KHẢ NĂNG DÍNH BÁM CỦA BÁNH XE VỚI MẶT ĐƯỜNG VÀ AN TOÀN XE CHẠY

Sự thay đổi nhiệt độ của không khí kéo theo sự thay đổi nhiệt độ mặt đường làm ảnh hưởng trực tiếp đến sự thay đổi hệ số bám của bánh xe với mặt đường và liên quan mạnh mẽ đến an toàn xe chạy .

Đối với Việt Nam, một nước có khí hậu nhiệt đới, nóng ẩm vấn đề này càng cần được quan tâm nghiên cứu nhất là đối với các loại mặt đường nhựa để thấy rõ nguyên nhân và có giải pháp phòng ngừa tai nạn.

Dưới đây chúng tôi muốn trình bày chi tiết hơn về đặc điểm khí hậu nhiệt đới của nước ta và điều kiện làm việc của các loại mặt đường nhựa nói chung và mặt đường bêtông nhựa nói riêng ở nhiệt độ cao cùng ảnh hưởng bất lợi của chúng đến an toàn xe chạy. Cụ thể như sau:

Ở miền Bắc nước ta, mùa nóng thường kéo dài từ đầu tháng 5 đến cuối tháng 9 hàng năm. Vào mùa này tia nắng mặt trời gần như chiếu thẳng góc với mặt đất, nên ở khu vực Hà Nội và phần lớn các tỉnh phía Bắc, nhiệt độ không khí tăng lên khá cao (nhiệt độ cao tuyệt đối tới +42°C). Tháng nóng nhất là tháng 6, 7, nhiệt độ không khí dao động trong phạm vi từ >26°C đến >30°C. Số ngày có nhiệt độ tổng hợp >24°C chiếm từ 100 đến 120 ngày. Lượng bức xạ tổng cộng rất lớn có thể đạt trên 950 đến 1080 kcal/m^2.h.

Bằng các số liệu thu thập được ở đài khí tượng Láng (Hà Nội) đo nhiệt độ của mặt đất (t_d) trong 22 năm liên tục (1958 - 1984) và các số liệu đo trực tiếp nhiệt độ của mặt

đường nhựa Hà Nội GS. TS. Dương Học Hải trước đây đã xử lý và đưa ra quan hệ giữa nhiệt độ mặt đường (T^o_{md}) và nhiệt độ mặt đất như sau:

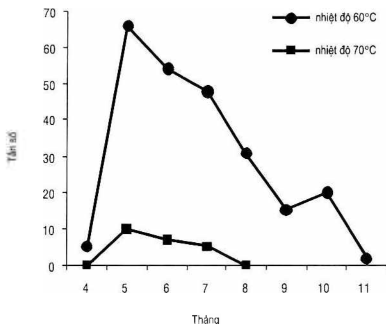
$$T^o_{md} = 1,024t_d - 0,22 \qquad (6.23)$$

Cũng bằng các số liệu và công thức trên chúng tôi đã xác định được tần số xuất hiện nhiệt độ mặt đường $T^o_{md} = +60^oC \pm 2^oC$ và $T^o_{md} = +70^oC \pm 2^oC$ cùng nhiệt độ trung bình của mặt đường ($\overline{t}_{tbmat}$) và biên độ dao động nhiệt độ lớn nhất ($\overline{t}_{n\,max}$) vào các tháng trong năm tại Hà Nội được nêu trong bảng 6.7 và thể hiện trên hình (6.16) cũng đã cho thấy rõ: ở miền Bắc mặt đường nhựa phải làm việc ở nhiệt độ cao (+60, +70°C) vào khoảng từ tháng 5 đến tháng 7.

Bảng 6.7

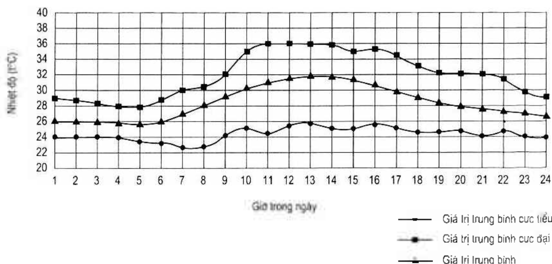
Tháng	Tần số xuất hiện, n	$\overline{t}_{tbmat}$ (°C)	$\overline{t}_{n\,max}$ (°C)
	Nhiệt độ mặt đường $T^o_{md} = +60°C$		
4	5	34,26	23,69
5	66	35,13	22,97
6	54	36,33	22,55
7	48	35,04	23,76
8	31	35,04	23,41
9	15	34,64	23,40
10	20	33,00	26,07
11	2	27,59	29,67
	Nhiệt độ mặt đường $T^o_{md} = +70°C$		
5	10	38,35	29,00
6	7	40,57	26,35
7	5	39,58	26,83

Ở phía Nam, có vị trí cận xích đạo, chỉ có hai mùa rõ rệt là 6 tháng mùa khô và 6 tháng mùa mưa. Mùa khô kéo dài từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau. Vào mùa này mưa rất ít, lượng mưa chỉ chiếm 5% cả năm, nhiệt độ cao nhất trong ngày thường từ + 32 - 35°C. Có những ngày đặc biệt nóng, nhiệt độ không khí lớn nhất có khi đạt tới 36 - 37°C. Số giờ nắng trung bình trong một ngày là 6 - 8 giờ với lượng bức xạ mỗi ngày là 368,5 cal/cm^2. Ở thành phố Hồ Chí Minh số liệu quan trắc của đài khí tượng thuỷ văn Tân Sơn Nhất cho thấy, nhiệt độ không khí ít thay đổi giữa các tháng trong năm, biên độ dao động trong khoảng 5 - 7°C, nhiệt độ trung bình hàng năm là +27°C.



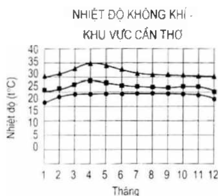
Hình 6.16

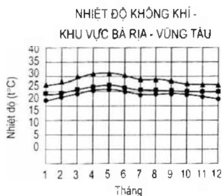
Tại thành phố Hồ Chí Minh, ngay cả những tháng vào mùa mưa (số liệu đo từ tháng 7 đến tháng 10 năm 2000) cũng cho thấy vào khoảng từ 10 giờ sáng đến 14 giờ chiều trong ngày, nhiệt độ trung bình cực đại của không khí cũng lên tới gần +36°C.

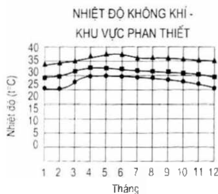


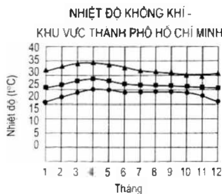
Hình 6.17

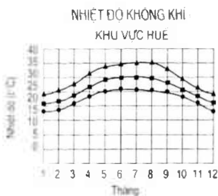
Nhiệt độ trung bình không khí ở một số tỉnh thành của nước ta được biểu thị bằng các biểu đồ trên hình 6.18.

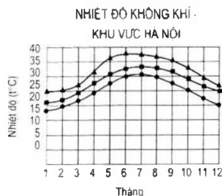








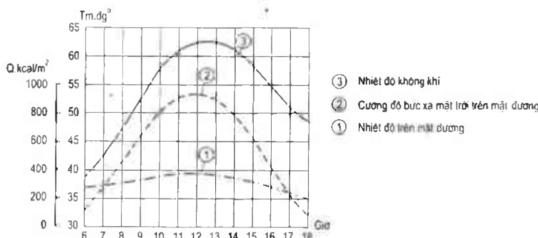




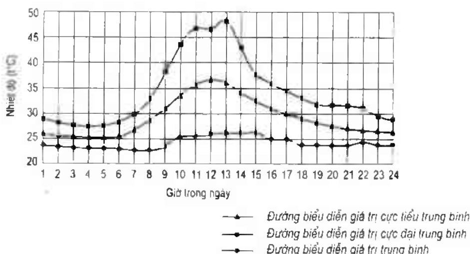
Hình 6.18: Nhiệt độ trung bình không khí ở một số tỉnh thành phố

Với điều kiện khí hậu nhiệt đới của nước ta như vậy nên các loại mặt đường nhựa thường xuyên phải làm việc ở nhiệt độ cao vào mùa nóng, bất lợi ở cả hai miền Nam và Bắc. Cụ thể là vào mùa nóng, nhiệt độ đo được trên mặt đường nhựa khoảng giữa trưa trong ngày thường rất cao (+50°C đến +60°C) và có thời điểm lên tới +70°C, mặt đường thường bị nung nóng 5 - 6 giờ liền trong một ngày. Trên hình 6.19 trình bày kết quả đo

nhiệt độ không khí nhiệt độ mặt đường bêtông nhựa và bức xạ trên đường tại một đường phố Hà Nội (của GS. TS. Trần Đình Bửu). Trên hình 6.20 biểu thị diễn biến của nhiệt độ trong một ngày tại chiều sâu 2cm của mặt đường bêtông nhựa trên đường Hoàng Văn Thụ của thành phố Hồ Chí Minh vào mùa mưa (số liệu đo của ThS Nguyễn Kim Sơn) cho thấy, ngay cả vào mùa mưa nhiệt độ trên bề mặt đường bêtông nhựa cũng đạt tới +50°C.



Hình 6.19



Hình 6.20

Bởi thế, vào mùa nắng nóng (mùa hè ở miền Bắc, mùa khô ở miền Nam) hay vào những ngày nắng nóng trong năm trên nhiều tuyến đường trải nhựa (láng nhựa, thấm nhập nhựa, bêtông nhựa...) ở cả ba miền Bắc, Trung, Nam của nước ta, đặc biệt là các

loại mặt đường láng nhựa thường có hiện tượng nhựa nổi lên trên bề mặt đường thành từng màng mỏng như thể hiện trên ảnh chụp (hình 6.21a). Các lớp nhựa nổi này thường bị chảy dẻo khi gặp những ngày trời nắng nóng, nhất là vào khoảng thời gian vào buổi trưa. Trong trường hợp này khi có xe chạy qua lớp nhựa chảy dẻo trên bề mặt sẽ bám vào bánh xe (xem ảnh chụp hình 6.21b) nếu lái xe cho xe chạy với tốc độ cao thì lớp nhựa chảy dẻo trên bề mặt đường làm cho độ dính bám của bánh xe với mặt đường giảm mạnh, xe dễ bị trơn trượt, mất tay lái, và khi gặp tình huống cần hãm phanh gấp ôtô không thể dừng ngay được mà nó sẽ bị trượt xa thêm với một cự ly ngoài mong muốn. Đây chính là một trong những nguyên nhân xảy ra tai nạn giao thông xảy ra trên các quốc lộ vào mùa nắng nóng.



a)



b)

Hình 6.21

Đối với mặt đường bêtông nhựa khi phải làm việc ở nhiệt độ cao cùng với việc xuất hiện đồng thời lực ngang lớn (do hãm phanh, do xe khởi động, leo dốc...) sẽ xảy ra hiện tượng trượt dẻo ở phần trên của lớp mặt. Chính hiện tượng trượt dẻo về phía trước của bêtông nhựa khiến cho vật liệu lớp mặt đường bị dồn thành các làn sóng, không bằng phẳng và gây mất an toàn cho xe chạy với tốc độ cao.

Những nghiên cứu, tính toán của tác giả trước đây (năm 1985) cho thấy ở nhiệt độ mặt đường $T^{o}_{md} = +60°C$ các loại mặt đường bêtông nhựa hạt mịn và hạt trung thường bị trượt dẻo ở phần trên của lớp mặt với chiều sâu trượt $h_{tr} \leqslant 1$ cm khi có lực ngang tác dụng theo hướng xe chạy .

Sở dĩ ở nhiệt độ cao mặt đường bêtông nhựa dễ bị trượt dẻo là do ở nhiệt độ cao bêtông nhựa trở thành vật liệu nhớt dẻo và biến dạng nhớt là chủ yếu. Quan hệ giữa biến dạng nhớt (S_n) và biến dạng đàn hồi (S_{dh}) được thể hiện bằng biểu thức sau:

$$\frac{S_n}{S_{dh}} = \frac{E}{\eta}t \qquad (6.24)$$

Trong đó:

η - hệ số nhớt của bêtông nhựa, poise;

E - môdun đàn hồi của bêtông nhựa, kG/cm^2;

t - thời gian, s.

Theo quan hệ 6.24, Viện sỹ A.B.Ghezensvây (Nga) đã chỉ ra rằng với thời gian quan sát là 1s trong khi ở nhiệt độ +20°C tỷ số trên bằng 4 thì ở +60°C tỷ số này bằng 22. Nghĩa là ở nhiệt độ cao +60°C bêtông nhựa có biến dạng dẻo nhớt gấp 22 lần so với biến dạng đàn hồi.

Theo số liệu nghiên cứu ở CHLB Nga trước đây cho biết khi nhiệt độ cứ tăng lên 5°C thì hệ số bám của bánh xe với mặt đường trung bình giảm đến 0,02 và khả năng chống trượt của mặt đường vào mùa nóng có thể giảm trung bình là 0,1 so với mùa lạnh.

Do vậy, để bảo đảm sự ổn định cho xe chạy và nâng cao an toàn giao thông thì một trong các hướng cần thiết là nghiên cứu tăng cường sự ổn định cường độ và độ biến dạng đối với sự thay đổi nhiệt độ của bêtông nhựa bằng các giải pháp như cải thiện thành phần hạt, bổ sung các chất phụ gia để thay đổi tính chất cơ - lý của bêtông nhựa (ví dụ như các chất phụ gia polymer ...) chế tạo được hỗn hợp bêtông nhựa làm lớp mặt đường có chất lượng cao: tăng tính đàn hồi, ổn định cường độ đối với nhiệt độ thay đổi, có độ nhám cao, kéo dài tuổi thọ, chống được hiện tượng lão hóa, chống tiếng ồn, thoát nước tốt.

Chương 7

KHẢO SÁT CÁC PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG ÔTÔ ĐẾN AN TOÀN XE CHẠY

Các phương tiện giao thông trên đường, trong đó chủ yếu là ôtô các loại có ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn giao thông. Cùng với lái xe, ôtô là một trong những nhân tố gây ra tai nạn giao thông trên đường bộ. Trong một hội thảo theo chủ đề "Doanh nghiệp Vận tải ôtô với tai nạn giao thông - trách nhiệm của chủ doanh nghiệp" do Hiệp hội vận tải ôtô, Cục đường bộ Việt Nam và Phòng Thương mại & công nghiệp phối hợp tổ chức vào năm 2006 đã đưa ra thông báo số tai nạn giao thông do lái xe và các phương tiện vận tải gây ra chiếm 25% tổng số vụ tai nạn giao thông đường bộ; trong đó 21,6% tai nạn gây ra do lái xe và 2,8÷3,2% là do các phương tiện vận tải gây ra do tình trạng kỹ thuật của phương tiện bị hư hỏng, trục trặc.

Các tai nạn giao thông gây ra do các phương tiện xe cộ bị hư hỏng bộ phận như gãy tay lái, văng lốp, bánh xe bị trượt tuột khỏi trục xe, hư hỏng các bộ phận để hãm xe (đứt phanh, gãy má phanh, tụt áp khiến phanh mất tác dụng) khi xe đang đi xuống dốc thường gây ra các tai nạn trầm trọng làm thiệt hại đến tính mạng và tài sản của hành khách. Hiện tượng này thường xảy ra đối với các xe quá cũ đã được lưu hành đến thời điểm hết hạn sử dụng, do sự bất cẩn trong công tác duy trì, sửa chữa và kiểm định xe cộ, do xe chở quá tải hoặc do lái xe chủ quan, mệt mỏi, ngủ gật, thiếu kinh nghiệm nghề nghiệp gây ra.

Vì vậy, để bảo đảm an toàn giao thông thì ngoài các điều kiện cần thiết khác, chúng ta phải bảo đảm an toàn cho các phương tiện giao thông kể từ khi chế tạo chúng đến khi sử dụng khai thác chúng để vận chuyển trên đường.

Nghiên cứu để bảo đảm an toàn cho các phương tiện vận chuyển trên đường để phục vụ cho công việc thiết kế và khai thác đường bao gồm các vấn đề sau:

- Phân biệt các dạng an toàn cho phương tiện giao thông.

- Nghiên cứu chi tiết một số vấn đề có liên qaun đến bảo đảm an toàn của các phương tiện xe cộ.

7.1. CÁC DẠNG BẢO ĐẢM AN TOÀN CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI

Các biện pháp bảo đảm an toàn cho các phương tiện vận tải bao gồm tổ hợp của tất cả các tính chất thuộc về kết cấu và các tính chất khai thác của ôtô nhằm ngăn ngừa phát sinh các tai nạn giao thông và giảm tối thiểu thiệt hại về người và vật chất của xã hội.

Người ta phân biệt các giải pháp bảo đảm an toàn cho phương tiện vận tải gồm có bốn loại:

- An toàn chủ động (active safety);
- An toàn bị động (passive safety);
- An toàn sau khi xảy ra tai nạn ;
- An toàn sinh thái (ecology safety).

An toàn chủ động (active safety): là những đặc trưng, tính chất của các phương tiện vận tải được các nhà sản xuất nghiên cứu chế tạo ra nhằm mục đích ngăn ngừa các tai nạn có thể xảy ra (accident preventing safety)

An toàn chủ động của phương tiện vận chuyển bằng ôtô có những yếu tố phụ thuộc đáng kể vào những tác động của lái xe khi điều khiển chúng. Những tác động này biểu hiện ở cách sử dụng hợp lý hay không hợp lý tốc độ kéo của ôtô (thay đổi chuyển số) cùng với các điều kiện đường khác nhau; trình độ kỹ thuật (trình độ nghề nghiệp) của lái xe khi hãm cũng như khi điều khiển cho xe chạy ổn định; mức độ thu nhận và xử lý thông tin của lái xe. Nhưng cũng có những yếu tố không phụ thuộc hoặc phụ thuộc không đáng kể vào tác động của lái xe khi điều khiển xe chạy như độ tin cậy của các bộ phận kết cấu của ôtô, các thông số về tải trọng xe và kích thước của xe (khổ xe).

Mặt khác, an toàn chủ động của ôtô còn có các tính chất ảnh hưởng đến khả năng hoạt động có hiệu quả của lái xe như vị trí làm việc của lái xe trong ôtô. Mức độ tăng an toàn chủ động theo yêu cầu này của xe là những tiện nghi được trang bị trong ôtô bao gồm các thiết bị giúp cho lái xe thực hiện các thao tác thuận lợi, nhanh chóng và làm việc một cách thoải mái trong điều kiện phải liên tục ngồi nhiều giờ trong xe. Nghĩa là các trang bị này phải được nghiên cứu chế tạo phù hợp với *khoa học lao động* (êgônômi). Tính chất an toàn chủ động cho xe còn bao gồm cả nghiên cứu để giảm tiếng ồn, giảm dao động cũng như các khí thải nhằm đảm bảo sức khoẻ lái xe và hành khách.

An toàn bị động (passive safety): đó là các tính chất của các phương tiện vận chuyển nhằm giảm đến mức tối thiểu những tổn thất khi có tai nạn xảy ra.

Các vấn đề liên quan đến an toàn bị động, đó là:

- Độ cứng của khung xe tạo thành không gian cho lái xe, hành khách ngồi bên trong.
- Độ biến dạng của các vùng phía trước và phía sau xe.
- An toàn cho các khoá mở cửa ra vào xe.
- Cải tiến các bộ phận của xe để bảo vệ người đi bộ và đi xe hai bánh khi xảy ra tai nạn.

- Trang bị hệ thống dây đai an toàn.

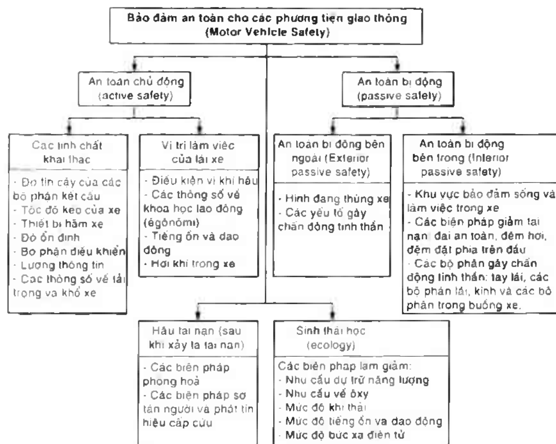
- Trang bị các túi khí ở phía trước và sau ghế ngồi.

Do vậy, an toàn bị động cho xe cộ được phân ra làm hai loại: an toàn bị động bên trong (interior safety) và an toàn bị động bên ngoài (exterior safety).

Bảo đảm an toàn bị động ở bên trong là tạo cho các bộ phận kết cấu của xe ở bên trong duy trì được cuộc sống và nâng cao an toàn không gây ra những chấn động ảnh hưởng đến tinh thần của lái xe và hành khách nếu có tai nạn xảy ra. Ví dụ: trang bị cho lái xe và hành khách đai thắt an toàn, làm các đệm hơi đặt phía trên đầu, cấu tạo kính chắn hữu cơ với các đệm chèn không làm cho kính rung khi xe chạy ...

Bảo đảm an toàn bị động bên ngoài cho xe là nghiên cứu cấu tạo hình dáng, kích thước của thùng xe; cắt gọt làm các lớp bảo vệ các gờ mép, góc cạnh của xe để giảm bớt mức độ nguy hiểm của xe ở bề mặt ngoài khi xảy ra tai nạn.

Bảo đảm an toàn sau khi xảy ra tai nạn bằng các giải pháp kỹ thuật nhằm giảm mức độ nghiêm trọng sau khi tai nạn xảy ra. Những phát sinh khi xảy ra tai nạn đó là xe bị bốc cháy và đâm vào người khác ... Vì vậy, ôtô cần được trang bị các thiết bị phòng hoả và các thiết bị có thể phát tín hiệu cấp cứu kịp thời.



Hình 7.1

Bảo đảm an toàn sinh thái học (ecology safety): là tính chất, cấu tạo của các phương tiện ôtô được chế tạo và lưu thông trên đường cần được nghiên cứu để giảm mức thấp nhất ảnh hưởng xấu của chúng đến môi trường xung quanh. Ví dụ: giảm được tiếng ồn gây ra bên ngoài khi xe chạy, giảm được các khí thải độc hại ra môi trường xung quanh đi đôi với biện pháp lựa chọn các loại nhiên liệu để đốt động cơ ...

Tất cả các dạng bảo đảm an toàn cho phương tiện giao thông ôtô có liên quan chặt chẽ với nhau, đồng thời ảnh hưởng trực tiếp đến an toàn giao thông; ngăn ngừa và hạn chế đến mức tối thiểu những tổn thất về người và vật chất nếu chẳng may có tai nạn xảy ra.

Sơ đồ tổng quát kết cấu để bảo đảm an toàn cho các phương tiện vận tải được thể hiện rõ trên hình 7.1.

7.2. BẢO ĐẢM AN TOÀN CHỦ ĐỘNG CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI ÔTÔ

Như vậy, an toàn giao thông liên quan chặt chẽ đến các giải pháp kỹ thuật của các nhà sản xuất ôtô nhằm bảo đảm an toàn chủ động cho phương tiện giao thông khi nó làm việc trên đường.

Những vấn đề cần thiết bảo đảm an toàn chủ động cho ôtô cũng rất cần những chuyên gia thiết kế và khai thác đường ôtô, đường thành phố hiểu biết để vận dụng thiết kế tuyến một cách hợp lý là các vấn đề sau:

- Tốc độ kéo của ôtô;
- Hãm xe trong các trường hợp khác nhau;
- Ổn định theo các phương của ôtô đang chạy trên đường;
- Hệ thống điều khiển của ôtô;
- Lượng thông tin cần thiết;
- Các thông số của ôtô về tải trọng và khổ xe.

Dưới đây trình bày chi tiết từng vấn đề nêu ở trên.

7.2.1. Khảo sát tốc độ kéo của ôtô khi đang chạy trên đường và khi hãm xe

1. Tốc độ kéo của ôtô được thay đổi trong một khoảng cần thiết bảo đảm cho ôtô có khả năng tăng, giảm tốc độ phù hợp với sự thay đổi của các điều kiện đường khác nhau

Đặc trưng tốc độ kéo của ôtô có thể được đánh giá theo các chỉ tiêu sau:

- Tốc độ xe chạy lớn nhất đạt được trên các đoạn đường thẳng, nằm ngang và có mặt đường thuộc loại cấp cao chủ yếu (V_{max});
- Thời gian đạt được tốc độ đã cho;
- Chiều dài đoạn đường quán tính của ôtô tiếp tục dịch chuyển trước khi dừng hẳn;
- Khoảng thay đổi tốc độ đặc trưng của ôtô ở các chuyển số khác nhau;
- Đặc trưng của tốc độ ôtô trên các đường có độ dốc dọc thay đổi;
- Độ dốc dọc lớn nhất ôtô có thể khắc phục được khi chạy với tốc độ không đổi ở chuyển số thấp.

Các đặc trưng tốc độ kéo của mỗi loại ôtô phụ thuộc vào các đặc trưng riêng của động cơ, hệ thống truyền động, cấu tạo của xe (dạng khí động học, kích thước của bánh xe, vị trí của trọng tâm xe ...)

Trong dòng xe hỗn hợp có nhiều loại xe với tốc độ kéo khác nhau bắt buộc các lái xe tham gia phải thực hiện nhiều hành trình liên quan đến các tình huống vượt xe, tăng tốc sau khi dừng xe ... thì các đặc trưng tốc độ kéo của các loại ôtô khác nhau sẽ có ảnh hưởng lớn đến an toàn xe chạy trong trường hợp dòng xe đông (có mật độ cao).

Vì tốc độ kéo của ôtô được xác định một phần do các đặc trưng về sức cản lăn trên đường nên nó liên quan đến khả năng làm việc của hệ thống hãm xe.

2. Hệ thống hãm của ôtô xác định khả năng cho xe chạy chậm dần theo ý muốn cần thiết của lái xe và giữ cho xe chạy ổn định trên các đoạn dốc

Hiệu quả hãm xe phụ thuộc nhiều vào lực ma sát trong vùng tiếp xúc của bánh xe với mặt đường. Tác dụng tương hỗ của bánh xe và bề mặt đường được xác định bởi ma sát tĩnh và ma sát trượt của các bộ phận bánh xe và bề mặt đường với nhau, và được gọi là độ bám của bánh xe với mặt đường. Đó là kết quả của lực tác dụng thẳng đứng của bánh xe P_z xuống mặt đường và các lực tiếp tuyến P_x, P_y tạo nên do ma sát của bánh xe với mặt đường và được đánh giá bằng hệ số bám φ với hai thành phần:

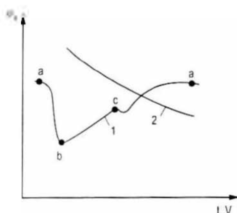
Hệ số bám dọc $$\varphi_x = \frac{R_x^{max}}{R_z} \qquad (7.1)$$

Hệ số bám ngang $$\varphi_y = \frac{R_y^{max}}{R_z} \qquad (7.2)$$

Trong đó:

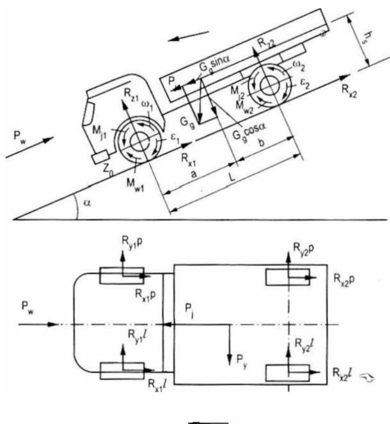
- R_x^{max}, R_y^{max} - phản lực theo hướng dọc (trục x) và theo hướng ngang (trục y) của mặt đường;
- R_z - phản lực theo hướng thẳng đứng của mặt đường.

Trên hình 7.2 trình bày mối quan hệ phụ thuộc của các hệ số bám dọc φ_x vào tốc độ hãm ban đầu V vào tình trạng mặt đường trước và sau khi trời mưa.



Hình 7.2: Sự thay đổi hệ số bám dọc.
1. đường quan hệ φ(x)=f(t); 2. tốc độ xe chạy
a. mặt đường khô ráo; b. thời điểm bắt đầu mưa;
c. thời điểm kết thúc mưa

Hệ số bám dọc φ_x của bánh xe trên mặt đường giảm mạnh khi trời mưa, mặt đường ẩm ướt đặc biệt nguy hiểm khi mặt đường vừa bị ẩm ướt vừa có bùn bẩn. Khi đó, hiệu quả hãm xe giảm đáng kể do trong quá trình bánh xe lăn trên mặt đường phải phá hủy lớp màng nước bùn bẩn ở vùng tiếp xúc giữa bánh xe và mặt đường.



Hình 7.3: Sơ đồ các lực tác dụng lên ôtô khi hãm

Hiện tượng hình thành "nêm nước" khiến bánh xe bị trượt và lướt là là trên mặt đường, làm mất độ bám của bánh xe với mặt đường dẫn đến vô hiệu hoá hệ thống hãm phanh gây nguy hiểm cho xe chạy được được trình bày kỹ trong phần về ảnh hưởng của các yếu tố thiên nhiên đến an toàn giao thông.

Để khảo sát quá trình hãm xe ta đưa ra trường hợp nguy hiểm khi xe đang lao xuống dốc với sơ đồ thể hiện các lực tác dụng như trên hình 7.3 bao gồm:

G_g - trọng lực của ôtô, đặt tại trọng tâm của xe hướng theo tâm trái đất;

P_w - lực cản không khí;

P_j - lực quán tính đặt tại trọng tâm xe và song song với mặt đường, có hướng theo chiều xe chạy;

P_y - lực ngang đặt tại trọng tâm ôtô;

R_{zi} - các phản lực thẳng đứng, hướng vuông góc với mặt đường và đặt ở vùng tiếp xúc của bánh xe với mặt đường;

R_{xi} - các phản lực dọc, hướng song song với mặt đường và đặt ở vùng tiếp xúc của bánh xe với mặt đường;

R_{yi} - các phản lực ngang của mặt đường, hướng song song với mặt đường và đặt ở vùng tiếp xúc của bánh xe với mặt đường;

M_{ji} - các mômen quán tính của các bánh xe có tốc độ góc ω_i

Trong quá trình xe chạy quỹ đạo của xe luôn luôn thay đổi, các lực tác dụng cũng thay đổi cả về vị trí lẫn trị số do điều kiện đường thay đổi (độ dốc dọc, hệ số bám ...), do biến dạng của cả hệ thống treo làm trọng tâm bị dịch chuyển, do lốp xe biến dạng không đều ...

Với những thay đổi trên thì muốn bảo đảm an toàn chủ động cho xe, hệ thống hãm phanh của ôtô phải được chế tạo sao cho nó làm việc có hiệu quả. Tức là bảo đảm hệ thống hãm này không từ chối và làm việc có hiệu quả trong các điều kiện đường và điều kiện thiên nhiên, khí hậu khác nhau, trong dòng xe hỗn hợp và có mật độ xe chạy trên đường cao nhằm chủ động ngăn ngừa các tai nạn giao thông có thể xảy ra.

Như vậy, hệ thống hãm của ôtô cần phải đạt được các yêu cầu sau:

- Trong mọi điều kiện khai thác và tải trọng khác nhau hệ thống hãm phanh đều phải làm việc hiệu quả

- Khi cần thiết hãm xe, lái xe chỉ cần đặt chân lên bàn đạp và tác dụng một lực hãm không đáng kể vẫn bảo đảm duy trì được cường độ hãm xe cần thiết.

- Khi hãm khẩn cấp vẫn duy trì được sự ổn định của xe và tay lái

- Luôn duy trì được hiệu quả hãm xe cần thiết trong điều kiện bộ phận hãm bị nung nóng hay ẩm ướt.

- Cuối cùng là hệ thống hãm của xe phải có độ tin cậy cao

Để đáp ứng được các yêu cầu trên, hệ thống hãm phanh của ôtô (và các phương tiện giao thông cơ giới khác) phải được chế tạo thoả mãn các điều kiện:

- Khi làm việc hệ thống hãm có khả năng giảm được tốc độ xe chạy trong bất kỳ điều kiện khai thác nào.

- Khi xe đỗ, hệ thống hãm này phải bảo đảm ôtô luôn ở trạng thái đứng yên.

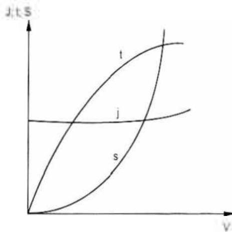
- Khi xe đang đi trên đoạn dốc, hệ thống hãm phanh sẽ hỗ trợ để cho xe chạy với tốc độ không đổi.

Với mục đích bảo đảm an toàn chủ động cho xe chạy người ta đã tiến hành nghiên cứu thử nghiệm hệ thống hãm phanh cho tất cả các loại xe theo ba trường hợp:

- Thử nghiệm khi hệ thống hãm làm việc trong điều kiện thời tiết lạnh (trường hợp 0);
- Thử nghiệm khi hệ thống phanh ở trạng thái bị nung nóng (trường hợp I);
- Thử nghiệm khi hệ thống phanh làm việc ở trạng thái bị nung nóng quá mức (trường hợp II).

Các thử nghiệm này được thực hiện trên đoạn đường bêtông nhựa bằng phẳng, nằm ngang (bảo đảm độ dốc dọc $i_d \le 0,5\%$) và các xe thử nghiệm đều được chất đủ tải trọng.

Căn cứ vào các kết quả thử nghiệm người ta đưa ra các chỉ tiêu hoá được coi là các thông số hãm xe bao gồm: gia tốc hãm (J), chiều dài đường hãm (S) và thời gian thực hiện đoạn hãm xe (t) (xem hình 7.4).



Hình 7.4: *Các thông số hãm xe*

Lực hãm cần thiết để giữ cho xe đứng yên trên đoạn đường có độ dốc đáng kể (không nhỏ dưới 16%) trong một thời gian dài không hạn chế là một chỉ tiêu đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống hãm xe.

3. Xác định chiều dài đường hãm xe (S) và gia tốc hãm (J)

Trong suốt quá trình điều khiển cho xe chạy trên đường người lái xe thường gặp hai tình huống cần phải xử lý khi hãm xe. Đó là:

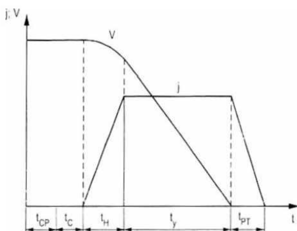
- Xe đang chạy đột ngột gặp chướng ngại vật (như xuất hiện súc vật, người chạy qua đường, gặp ổ voi, ổ gà ...) buộc lái xe phải hãm phanh gấp (gọi là *hãm khẩn cấp*).
- Để dừng xe hoặc giảm tốc độ tới một vị trí nào đó trên đường người lái xe quyết định sớm hơn và tác động từ từ vào cần hãm làm cho xe đi chậm dần. Hãm xe trong trường hợp này gọi là *hãm bổ trợ*.

Quá trình hãm xe gấp được minh hoạ trên hình 7.5. Biểu đồ hãm được lập có toạ độ gốc ứng với thời điểm xuất hiện chướng ngại vật bất ngờ.

Như vậy, *chiều dài đường hãm* (S_h) được tính từ thời điểm bắt đầu hãm phanh đến khi xe dừng, và bằng:

$$S_h = v.(t_c + 0,5.t_H) + \frac{v^2}{2j} \text{ , m} \quad (7.4)$$

Trong đó: v - tốc độ khi hãm xe, m/s.



Hình 7.5: *Biểu đồ hãm xe*

Trong đó: t_p - thời gian phản ứng của lái xe, s; t_c - thời gian để hệ thống hãm phanh làm việc, s; t_H - thời gian tương ứng để đạt được gia tốc hãm; t_y - thời gian hãm phanh (tính từ thời điểm đạt được gia tốc hãm đến thời điểm bắt đầu nhả bàn đạp hãm phanh); t_{PT} - thời gian ứng với thời điểm nhả phanh đến thời điểm gia tốc hãm giảm xuống trị số O (xuất hiện khoảng hở giữa các bộ phận của má phanh)

Còn chiều dài đoạn dừng xe khi hãm là khoảng cách tính từ thời điểm lái xe thấy nguy hiểm đến thời điểm xe dừng lại và được xác định theo công thức:

$$S_o = v.T_{tổng} + \frac{v^2}{2.j} \qquad (7.5)$$

Trong đó: $T_{tổng}$ - thời gian tổng cộng gồm thời gian phản ứng của lái xe và thời gian hệ thống hãm phanh làm việc có hiệu quả.

Để xác định được chiều dài đường hãm và chiều dài đoạn dừng xe khi hãm chúng ta nghiên cứu chi tiết hơn các trị số của các thông số thời gian trong các công thức từ 7.3 đến 7.5. Cụ thể như sau:

a) Thời gian phản ứng của lái xe (t_p) được tính từ thời điểm lái xe nhìn thấy chướng ngại vật đến thời điểm lái xe đặt chân lên bàn đạp của cần hãm bao gồm: thời gian để lái xe phân tích tình huống, chấp nhận giải pháp và nhận lệnh từ hệ thần kinh trung ương t_l và thời gian để chuyển chân từ bàn đạp điều tiết nhiên liệu sang bàn đạp hãm t_m. Do đó:

$$t_p = t_l + t_m \; ; \qquad (7.6)$$

Thời gian phản ứng tâm lý của lái xe phụ thuộc vào trạng thái tinh thần, sức khoẻ, phản ứng nhanh chậm của lái xe cùng một vài yếu tố khác, nó thường có trị số dao động từ 0,2 - 2,5s và có khi còn lớn hơn.

Trong thiết kế đường ôtô, khi tính toán tầm nhìn một chiều (ôtô gặp chướng ngại vật) người ta thường chọn trung bình t_p = 1s.

b) Thời gian để hệ thống hãm phanh làm việc (t_c) được tính từ thời điểm lái xe bắt đầu ấn bàn đạp hãm đến thời điểm phát sinh mômen hãm trên các bánh xe. Trị số t_c phụ thuộc vào loại phanh hãm và trạng thái kỹ thuật của hệ thống hãm. Đối với loại phanh hãm bằng thuỷ lực thì t_c = (0,05 - 0,15)s, còn đối với loại phanh hơi thì t_c = (0,2 - 0,4)s

c) Thời gian đạt được gia tốc hãm (t_H) được tính từ thời điểm bắt đầu tăng gia tốc hãm cho đến khi đạt được trị số gia tốc hãm lớn nhất.

Phụ thuộc vào loại phương tiện vật tải và trạng thái kỹ thuật của hệ thống hãm phanh, phụ thuộc vào lực của lái xe tác dụng lên bàn đạp của cần hãm và trạng thái của mặt đường (khô ráo, ẩm ướt, bùn bẩn, đủ độ nhám hay trơn nhẵn...) mà trị số t_H thay đổi trong phạm vi t_H = (0,05 - 2,0)s; đối với mặt đường cứng trong tình trạng khô ráo thì t_H = (0,4 - 0,6)s.

d) Gia tốc hãm (J) trong thực tế, khi thực hiện hãm xe người lái xe có thể thay đổi lực tác dụng lên bàn đạp hãm lúc mạnh, lúc yếu. Vì vậy, ma sát của cặp guốc (má phanh) với vành bánh xe cũng thay đổi, kèm theo sự thay đổi về nhiệt độ, hệ số bám của bánh xe với mặt đường và tốc độ xe chạy khiến cho quát trình hãm xe không thể được coi là chuyển động chậm dần. Do đó, ta chỉ có thể xác định được trị số trung bình của gia tốc hãm theo công thức sau:

$$J_y = \int_{0}^{t_y} j(t)\frac{dt}{dy} \tag{7.7}$$

Trong đó: t_y - thời gian được tính từ thời điểm gia tốc hãm đạt trị số lớn nhất đến thời điểm chân của lái xe nhả bàn đạp hãm (xem hình 7.5).

Liên quan đến gia tốc hãm, ứng với hai trường hợp hãm xe, ta có:

Trường hợp 1: khi hãm xe khẩn cấp thì lúc nhả phanh tốc độ xe sẽ bằng 0 (v = 0).

Trường hợp 2: khi hãm xe từ từ (gọi là hãm bổ trợ) thì lúc nhả phanh tốc độ xe khác không (v ≠ 0). Trong trường hợp này lái xe thực hiện hãm xe một cách chu kỳ (thực hiện lặp các động tác ấn, nhả bàn đạp hãm) và gia tốc hãm J_y không vượt quá lực bám dọc. Nghĩa là:

$$J_y \le (\varphi_x \cos\alpha \pm \sin\alpha)g \tag{7.8}$$

Hay
$$J_y \le (\varphi_x \pm i)g \tag{7.8a}$$

Trong đó:

φ_x - hệ số bám dọc;;

g - gia tốc trọng trường, m/s²;

i - độ dốc dọc đường, (%).

Trên đường bằng có $i_d = 0\%$ thì $J_y \le \varphi_x.g$ (7.8b)

Xem như vậy thì khi hãm bổ trợ phản lực theo hướng dọc R_x sẽ không đạt tới trị số lớn nhất có thể có và quá trình hãm bổ trợ để cho xe đi chậm dần thì chỉ sử dụng một phần độ bám của bánh xe với mặt đường, khi đó gia tốc hãm $J_y<\varphi_x.g$. Hay nói khác đi là, hệ số bám có thể được xem như là một trị số biến đổi ở các thời điểm hãm xe. Trị số này thay đổi từ 0 đến giá trị lớn nhất (tương ứng với trường hợp hãm khẩn cấp).

Việc nghiên cứu xác định chiều dài đường hãm xe và chiều dài dừng xe khi hãm trong các tình huống khác nhau là rất có ý nghĩa khi thiết kế nền đường. Vì, dựa theo cách tính toán này người ta có thể định ra bề rộng phần đất dành cho đường (bên ngoài lề đường) cũng như giải pháp kỹ thuật cấu tạo bộ phận này của đường sao cho nếu gặp sự cố lái xe hãm phanh gấp, xe lao ra phía ngoài lề đường vẫn có khả năng dừng lại an toàn.

7.2.2. Khảo sát sự ổn định của ôtô đang chạy trên đường

Bảo đảm an toàn chủ động cho ôtô bao gồm vấn đề: bảo đảm ổn định cho ôtô đang chạy trên đường; chống trượt xe và lật xe trong mọi điều kiện đường và điều kiện thay đổi của các yếu tố thiên nhiên, thời tiết là một trong những mục tiêu quan trọng để ngăn ngừa các tai nạn giao thông có thể xảy ra.

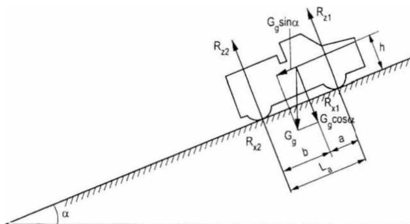
Hiện tượng mất ổn định của ôtô xảy ra là do mất cân bằng của các lực hãm lên các bánh xe khi hãm. Khi đó ôtô có thể mất ổn định theo chiều dọc hoặc theo chiều ngang.

Bảo đảm ổn định dọc của ôtô là khả năng ôtô có thể duy trì được trục thẳng đứng theo mặt phẳng dọc trục trong một giới hạn xác định để có thể không bị lật đổ hay trượt trên đường có độ dốc dọc.

Các loại ôtô hiện đại được sản xuất trong những năm gần đây thường trọng tâm được đặt ở vị trí thấp nên ít có khả năng bị lật nhưng lại có khả năng bị trượt dọc khi bánh dẫn bị quay hoặc trượt trên các đoạn đường dài lên dốc.

Vì thế để đánh giá mức độ ổn định dọc của các loại xe người ta thường đánh giá chỉ tiêu độ dốc dọc lớn nhất (i_{max}) mà xe đó có thể khắc phục được khi bánh xe trước (bánh dẫn) không bị trượt.

Độ dốc dọc i_{max} xác định từ điều kiện trên như sau (xem hình 7.6).



Hình 7.6

$$i_{max} = tg\alpha = \frac{a.\varphi_x}{\left(L_a - \varphi_x h\right)} ; \qquad (7.9)$$

Trong đó:

L_a - khoảng cách giữa hai trục trước sau của ôtô, m;

h - chiều cao từ trọng tâm đến mặt đường, m;

G_g - trọng lượng của ôtô, kG;

a - khoảng cách từ trọng tâm đến trục bánh trước, m;

φ_x - hệ số bám dọc.

Công thức 7.9 nhằm xác định độ dốc dọc lớn nhất theo điều kiện ổn định dọc của ôtô nên nó phụ thuộc vào độ bám dọc của bánh xe với mặt đường và chiều cao của trọng tâm xe so với mặt đường. Với ôtô có một trục kéo (một cầu) thì góc $\alpha = 10 - 15°$, với ôtô có nhiều cầu thì $\alpha = 17 - 19°$ còn với ôtô kéo moóc thì $\alpha = 4 - 6°$.

Các trị số độ dốc dọc lớn nhất nêu ở trên sẽ là số liệu tham khảo cho các chuyên gia thiết kế đường khi lựa chọn độ dốc dọc theo cả điều kiện bảo đảm sức kéo sao cho xe chạy trên đường vừa khắc phục được độ dốc dọc thiết kế vừa ổn định dọc khi chạy trên các đoạn dốc này.

Bảo đảm *ổn định ngang* của ôtô là khả năng ôtô có thể duy trì được trục thẳng đứng theo mặt phẳng ngang trong một giới hạn xác định. Tức là khả năng của ôtô chống lại hiện tượng bị đi chệch sang ngang so với quỹ đạo thẳng và chống được lật xe khi đi trên các đường cong thẳng hay trên các đoạn có độ dốc ngang đáng kể (đoạn đường cong có bố trí siêu cao).

Các chỉ tiêu để đánh giá mức độ ổn định ngang của ôtô là: *tốc độ giới hạn* và *độ dốc ngang giới hạn* của đường.

Tốc độ giới hạn là tốc độ của ôtô ứng với thời điểm xe bắt đầu bị trượt ngang hoặc xe bắt đầu bị lật.

Độ dốc ngang giới hạn là góc nghiêng ứng với thời điểm bắt đầu xe bị trượt ngang hoặc xe bắt đầu bị lật.

Liên quan đến vấn đề ổn định trượt ngang khi xe đi vào đường cong đã được nghiên cứu chi tiết trong môn học "Thiết kế đường ôtô" để quyết định lựa chọn hệ số lực ngang μ cũng như tốc độ giới hạn và độ dốc siêu cao cho phép tương ứng với mỗi trị số bán kính đường cong nằm R. Từ công thức xác định tốc độ giới hạn quen thuộc $V = \sqrt{127(\mu \pm i)}$ ta xác định tốc độ giới hạn cho phép chống trượt ngang của ôtô khi đi trên đường cong thẳng (có độ dốc dọc $i_d = 0\%$) bằng:

$$v_t = \sqrt{g.R.\varphi_y}\ , (m/s) \qquad (7.10)$$

Trong đó:

v - tốc độ giới hạn cho phép, m/s;

R - bán kính đường cong thẳng, m;

φ_y - hệ số bám ngang;

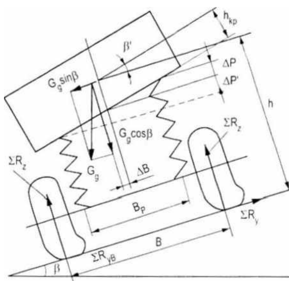
g - gia tốc trọng trường, m/s^2.

Và tốc độ cho phép theo điều kiện ổn định chống lật của ôtô được xác định bằng công thức:

$$v_l = \sqrt{gR\frac{B}{2h}}\ , (m/s) \qquad (7.11)$$

Với B - khoảng cách giữa hai bánh xe trên một trục;

h - khoảng cách từ trọng tâm xe đến mặt đường (xem hình 7.7).



Hình 7.7

Đặt $\eta = \frac{B}{2h}$ và gọi η là hệ số ổn định ngang của ôtô thì công thức (7.11) được viết lại bằng:

$$v_l = \sqrt{gR\eta} \tag{7.11a}$$

Các công thức 7.10, 7.11 dùng để xác định tốc độ giới hạn ổn định ngang của ôtô thường cho kết quả vượt quá 10 - 15% giới hạn cho phép là do chưa xét đến độ nghiêng của thùng xe do biến dạng của hệ thống thanh treo (ΔB) do tải trọng phân bố không đồng đều khi xe chạy ...

Cụ thể như, nếu xét đến thùng xe bị nghiêng khiến trọng tâm xe bị dịch chuyển ngang một trị số là ΔB thì tốc độ giới hạn chống lật của ôtô sẽ là:

$$v_l = \sqrt{gR\frac{1}{h}\left(\frac{B}{2} - \Delta B\right)} \tag{7.11b}$$

Tương ứng, hệ số ổn định ngang bằng: $\eta = \frac{1}{h}\left(\frac{B}{2} - \Delta B\right)$

Trên hình 7.7 biểu thị các lực tác dụng lên ôtô khi xe đi vào đường cong cho thấy:

Điều kiện ổn định trượt ngang của ôtô ứng với góc nghiêng β_l giới hạn tính từ công thức:

$$i_n = tg\beta_l = \frac{B}{2h} \tag{7.12}$$

Hay

$$\beta_l = arctg\frac{B}{2h} \tag{7.13}$$

Cùng một loại xe nhưng chiều cao của trọng tâm h sẽ thay đổi phụ thuộc vào loại hàng hoá và cách chất tải. Vì thế, để đánh giá mức độ ổn định ngang của các loại xe khác nhau người ta đã định ra cách chất tải ứng với toàn bộ tải trọng và được phân bố đồng đều làm chuẩn.

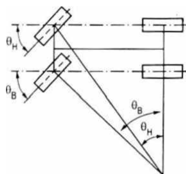
Từ các công thức 7.11, 7.12, 7.13 đã giải thích cho chúng ta thấy rõ một điều rằng: để tăng được tốc độ giới hạn chống trượt và lật xe, cũng như để tăng được khả năng khắc phục độ dốc ngang lớn bảo đảm cho xe chạy ổn định thì các ôtô hiện đại được sản xuất và lưu hành trên thế giới hiện nay phải được thiết kế sao cho chiều cao h của trọng tâm xe so với mặt đường đạt trị số thấp. Đây là một trong những biện pháp chủ động để tăng an toàn chạy xe, ngăn ngừa có hiệu quả tai nạn giao thông có thể xảy ra.

7.2.3. Khảo sát các vấn đề bảo đảm an toàn xe chạy đối với hệ thống điều khiển của phương tiện giao thông

Điều khiển các phương tiện giao thông vận tải là bảo đảm duy trì hoặc thay đổi hướng chuyển động của xe theo ý muốn của con người (lái xe) để đạt được các mục đích: an toàn khi chạy xe trên đường và giảm đến mức tối thiểu hao phí về tinh thần và sức lực của người điều khiển chúng.

Vì vậy, hệ thống điều khiển của ôtô phải đạt được các yêu cầu sau:

- Đối với các bánh lái (bánh dẫn) ở trục trước: khi xe chạy trên đường cong phải thật ổn định và không được phép trượt ngang và không bị dao động; các góc ngoặt θ_H và θ_B của các bánh lái ở trục trước phải có mối tương quan xác định. Khi đi vào đường cong, góc ngoặt của bánh dẫn phía trong θ_B lớn hơn góc ngoặt của bánh dẫn ngoài θ_H (xem hình 7.8). Khi xe chạy thay đổi tốc độ và khi bán kính cong R thay đổi thì mối quan hệ giữa hai góc ngoặt của bánh lái cũng phải thay đổi theo mối quan hệ tương ứng.



Hình 7.8: Mối quan hệ giữa các góc ngoặt của hai bánh lái ôtô

- Các góc ngoặt của các trục trước và trục sau phải theo một tương quan xác định.

- Hệ thống tay lái phải có mối liên hệ ngược, bảo đảm thông tin cho lái xe biết rõ chỉ số và hướng của lực tác dụng lên các bánh xe.

Liên quan đến các yêu cầu trên là xác định *tốc độ giới hạn theo điều kiện lái xe*. Đó là tốc độ lớn nhất ôtô có thể chạy trên đường cong thẳng mà các bánh lái không bị trượt ngang. Khi đạt được tốc độ giới hạn này, quỹ đạo của ôtô sẽ không thay đổi theo góc ngoặt đã xác định.

Tốc độ giới hạn theo điều kiện lái xe được xác định bằng công thức:

$$v_{gh} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{\varphi_y^2 - f^2}}{tg\theta - f}\right) L.g.\cos\theta} \qquad (7.14)$$

Trong đó:

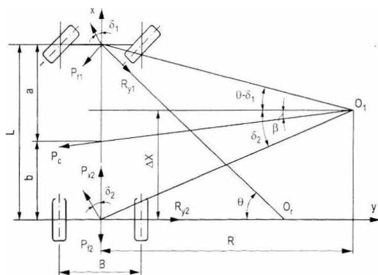
φ_y - hệ số bám ngang;

f - hệ số sức cản lăn;

L - chiều dài gầm xe (khoảng cách giữa hai trục trước và sau của ôtô), m;

θ - góc ngoặt của bánh lái;

g - gia tốc trọng trường, m/s².



Hình 7.9: Sơ đồ các lực tác dụng lên ôtô trên đường cong thẳng.

Trong hình 7.9 là sơ đồ các lực tác dụng lên ôtô khi đi vào đường cong thẳng bao gồm:

P_{x_2} - lực kéo của các bánh xe sau;

P_{f_1}, P_{f_2} - lực cản ma sát ở trục trước và trục sau;

R_{y_1}, R_{y_2} - phản lực ngang của các bánh xe ở trục trước và trục sau tương ứng;

Pc - lực li tâm;

θ - góc ngoặt của các bánh lái;

R - bán kính quay của ôtô ;

δ_1, δ_2 - độ lệch của góc ngoặt tương ứng với trục trước và trục sau của ôtô;

ΔX - độ dịch chuyển tâm của góc ngoặt.

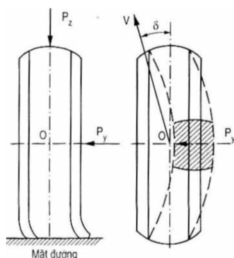
Từ công thức 7.14 suy ra:

Khi tăng góc ngoặt θ của các bánh lái thì tốc độ giới hạn v_{gh} theo điều kiện lái an toàn sẽ giảm; khi hệ số bám ngang φ_y tăng sẽ tăng được tốc độ giới hạn và có thể lái cho xe đi trên các đường cong có bán kính nhỏ; khi hệ số bám ngang φ_y giảm hay khi hệ số bám ngang φ_y xấp xỉ bằng hệ số cản ma sát f (ví dụ khi xe chạy trên cát) thì tốc độ giới hạn sẽ giảm; khi xảy ra trường hợp hệ số bám ngang nhỏ hơn hoặc bằng hệ số cản ma sát ($\varphi_y \le f$) thì biểu thức trong căn $\varphi_y^2 - f^2 \le 0$, điều này có nghĩa là trong thực tế không

thể điều khiển được, các bánh xe trước hoàn toàn bị trượt (do bị bó phanh khi hãm) và không xuất hiện phản lực ngang, người lái xe bị mất tay lái.

Để loại bỏ được hiện tượng nguy hiểm này, ngày nay các loại xe hiện đại được sản xuất thường được trang bị hệ thống chống bó phanh. Ví dụ tháng 8 năm 2006 hãng sản xuất ôtô Honda ở Việt Nam đã cho ra đời ba loại xe Honda Civic, thế hệ thứ 8. Đặc điểm chung của ba loại xe này là ngoài chỉ tiêu thoả mãn các tiêu chuẩn khí thải Euro 4 và giảm tiếng ồn nhờ thiết kế hợp lý động cơ trên xe thuộc thế hệ mới SOHCi - VTEC, các ôtô còn được trang bị hệ thống chống bó phanh (ABS) với hệ thống phân bố lực phanh bằng điện tử (EBD).

Phân tích trên cho thấy tầm quan trọng của công tác duy tu bảo dưỡng đường ôtô, đường thành phố trong quá trình khai thác của việc duy trì độ bám của mặt đường (bao gồm cả độ bám dọc φ_x, và độ bám ngang φ_y) nhằm chủ động bảo đảm an toàn cho xe chạy và tăng tốc độ giới hạn điều khiển xe trên các đường vòng.



Hình 7.10

Biến dạng không đều của các lốp xe đã gây ra hậu quả không những làm tăng độ mài mòn của lốp xe, tăng chi phí nhiên liệu và còn làm mất an toàn khi xe chạy. Trên hình 7.10 biểu thị góc lệch δ của lốp xe khi có tác dụng của lực ngang P_y.

Quan hệ giữa lực ngang P_y và góc lệch của bánh xe là quan hệ tỉ lệ:

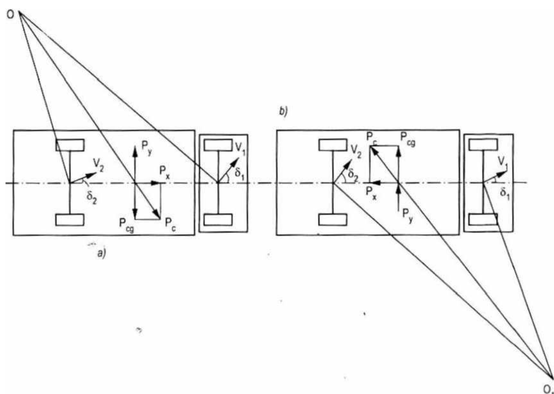
$$P_y = k_y.\delta \qquad (7.15)$$

Trong đó: k_y - hệ số cản biến dạng lệch của bánh xe. Trị số của k_y chính là lực ngang tác dụng gây cho bánh xe biến dạng lệch một góc là 1° hay 1 rad, N/độ hay N/rad.

Kết quả nghiên cứu ở nước ngoài cho thấy, khi góc lệch δ = 4 - 6° thì hệ số k_y có các trị số sau

- Đối với xe con : k_y = 15 - 40kN/rad;
- Đối với các xe tải và xe buýt: k_y = 30 -100kN/rad.

Xem xét góc lệch biến dạng của lốp xe δ theo quan điểm an toàn giao thông thì có thể xảy ra ba trường hợp (xem hình 7.11).



Hình 7.11

V_1, V_2 - véctơ tốc độ của trục trước và trục sau ôtô

Trường hợp 1: Góc lệch biến dạng của các bánh xe trước và sau bằng nhau ($\delta_1 = \delta_2$). Trong trường hợp này quỹ đạo chuyển động của ôtô tương ứng với quỹ đạo của ôtô có lốp xe có độ cứng (có thể coi là không có biến dạng lệch của lốp xe).

Trường hợp 2: Góc lệch biến dạng của các lốp xe bánh trước lớn hơn bánh sau ($\delta_1 > \delta_2$). Từ hình 7.11a cho thấy khi xe chạy trên đường thẳng do biến dạng lệch của lốp xe nên ôtô chịu tác dụng lực ngang P_y làm cho xe di lệch so với trục đường và quay quanh tâm O_1 tạo nên một lực ly tâm theo hướng ngang P_{cy} có chiều ngược với lực ngang P_y đưa ôtô quay trở về chuyển động theo hướng thẳng.

Trường hợp 3: Đây là trường hợp nguy hiểm nhất ứng với góc biến dạng của lốp xe trục trước nhỏ hơn góc biến dạng của các lốp sau ($\delta_1 < \delta_2$). Khi xe chạy trên đường thẳng phát sinh lực ngang P_y và thành phần ngang của lực ly tâm P_{cy} cùng chiều quay quanh tâm O_2 (hình 7.11b). Do tăng góc biến dạng lệch sẽ làm tăng quỹ đạo cong của xe chạy và làm tăng thành phần lực ly tâm P_{cy}. Quá trình này xảy ra sẽ dẫn đến mất ổn định

của ôtô nếu như lái xe không kịp thời điều chỉnh tay lái cho các bánh lái quay theo hướng đã định.

Như vậy, muốn chủ động bảo đảm an toàn chạy xe đối với các phương tiện cơ giới thì một trong các vấn đề cần quan tâm đối với những người sử dụng ôtô là không nên tuỳ tiện sử dụng các loại lốp xe có độ biến dạng lệch khác nhau, nhất là cần đặc biệt lưu tâm các lốp xe được sử dụng lắp vào các bánh sau đừng để xảy ra hiện tượng biến dạng của các lốp xe tương ứng với trường hợp sau cùng, là trường hợp chỉ dẫn đến tình huống nguy hiểm do xe có thể mất ổn định khi chạy trên đường.

7.2.4. Bảo đảm an toàn chạy xe bằng lượng thông tin cần thiết của các phương tiện giao thông

Để chủ động ngăn ngừa tai nạn giao thông do chính phương tiện xe cộ gây ra thì trong quá trình điều khiển xe chạy trên đường lái xe phải nhận được các thông tin cần thiết của phương tiện do mình cầm lái cũng như các phương tiện xe cộ khác gặp trên đường.

Như vậy các thông tin của phương tiện giao thông cho lái xe bao gồm các thông tin bên trong từ buồng lái và hệ thống lái của xe đang điều khiển và các thông tin bên ngoài của các phương tiện khác đang đi trên đường nằm trong trường nhìn của lái xe.

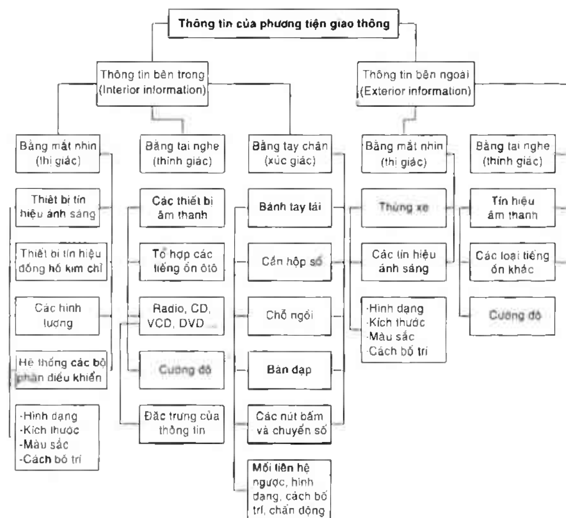
Bảo đảm cung cấp đầy đủ các thông tin bên trong (interior) của phương tiện giao thông là biện pháp chủ động tích cực để nâng cao an toàn chạy xe nhằm ngăn ngừa tai nạn giao thông (accident preventing safety)

Bảo đảm cung cấp đầy đủ các thông tin bên ngoài (exterior) cho lái xe, giúp cho lái xe nhận biết các phương tiện khác cũng đang chạy trên đường trong phạm vi trường nhìn của mình nhằm giảm tổn thất tối thiểu gây ra do tai nạn (damage minimizing safety) được gọi là an toàn bị động. Lái xe thu nhận được thông tin từ các cơ quan thị giác, thính giác và xúc giác của mình.

Có thể hiểu rõ thông tin của các phương tiện vận tải để bảo đảm an toàn giao thông theo sơ đồ được trình bày trên hình 7.12.

Các thông tin của phương tiện giao thông rất cần thiết không những cho các lái xe mà còn cần thiết cho những người tham gia thiết kế và khai thác đường ôtô, đường thành phố. Các giải pháp thiết kế như xác định khoảng cách tầm nhìn, xác định bề rộng làn xe cũng như bề rộng phần xe chạy có nhiều làn xe, thiết kế các yếu tố hình học của đường, các giải pháp thiết kế chống ồn, chống chói loá của ánh đèn pha từ các xe đi ngược chiều, định màu sắc các loại sơn vạch, biển báo...đều liên quan chặt chẽ đến các thông

tin bên trong và bên ngoài của các phương tiện vận tải lưu thông trên đường mà yêu cầu các chuyên gia thiết kế quản lý khai thác đường cần nắm vững để nâng cao an toàn xe chạy.



Hình 7.12

Ta sẽ đưa ra một ví dụ về thiết kế khoảng cách tầm nhìn trong "Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô" khoảng cách tầm nhìn một chiều S_1 được xác định theo điều kiện dừng xe trước chướng ngại vật. Nhưng tầm nhìn thực tế vào lúc tối trời của ôtô lại phụ thuộc vào hiệu quả của hệ thống chiếu sáng của đèn ôtô. Trong trường hợp này khoảng cách tầm nhìn đến chướng ngại vật phụ thuộc vào khoảng cách được đèn chiếu sáng (S_c) và được xác định theo công thức:

$$S_1 = S_c - \mu.v \tag{7.16}$$

Trong đó:

v - tốc độ xe chạy;

μ - hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào sự thụ cảm động học của các đối tượng được chiếu sáng trong trường nhìn của lái xe.

Từ công thức 7.16 ta thấy rõ ràng rằng, trên các đường cao tốc đô thị, các đoạn đường ôtô thường xuyên có lưu lượng xe chạy đáng kể khi thiết kế và khai thác chúng cần thiết phải xem xét tầm nhìn một chiều theo điều kiện chiếu sáng của đèn vào ban đêm, và trị số tốc độ an toàn của ôtô theo điều kiện cân bằng giữa khoảng cách tầm nhìn và chiều dài đoạn dừng xe trước chướng ngại vật, sẽ là:

$$v_t = J\left(\sqrt{T^2 + \frac{2S_t}{J}} - T\right) \quad (7.17)$$

Trong đó:

J - giảm tốc, m/s^2;

$T = t_1 + t_2 + t_3$ - tổng thời gian hãm xe, s;

t_1 - thời gian phản ứng của lái xe;

t_2 - thời gian hãm phanh;

t_3 - thời gian phản ứng phụ thêm cần thiết để lái xe nhận rõ chướng ngại vật vào lúc tối trời.

Tích số μ.v trong công thức 7.16 nhằm hiệu chỉnh khoảng cách tầm nhìn: khi tăng tốc độ xe chạy khoảng cách để nhìn chướng ngại vật sẽ bị rút ngắn lại. Từ đây, người ta đưa ra chỉ tiêu về an toàn gọi là hệ số tầm nhìn K_h xác định theo công thức:

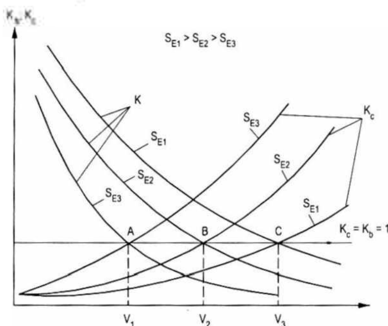
$$K_h = \frac{S_t}{S_o} \quad (7.18)$$

Với S_o - đoạn đường dừng xe.

Hay hệ số chạy xe nguy hiểm K_c là nghịch đảo của hệ số tầm nhìn:

$$K_c = \frac{1}{K_h} = \frac{S_o}{S_t} \quad (7.19)$$

Quan hệ phụ thuộc giữa các hệ số tầm nhìn K_h và hệ số chạy xe nguy hiểm K_c vào tốc độ xe chạy được thể hiện trên hình 7.13 với các khoảng cách tầm nhìn S_E khác nhau. Tại các điểm giao nhau trên đồ thị A, B, C tương ứng với $K_h = K_c = 1$. Các hệ số này có trị số tiến dần đến 0 khi tốc độ xe chạy giảm dần đến 0 nhưng luôn khác 0. Còn khi tốc độ v = 0 thì các hệ số này không có nghĩa.



Hình 7.13

7.2.5. Bảo đảm an toàn chủ động cho xe chạy theo các thông số về kích thước và tải trọng ôtô

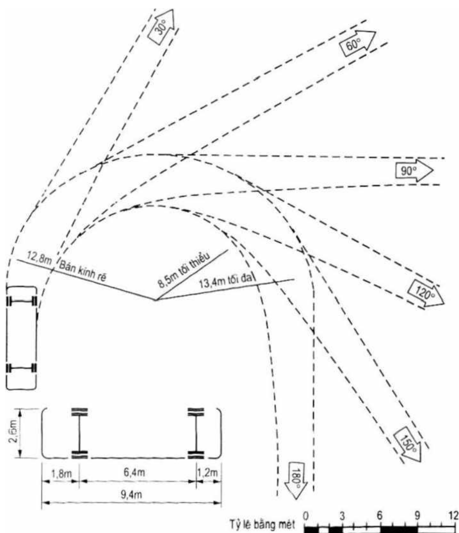
Khi xe đang chạy trên đường do "không gian động" và bị "biến dạng" nên tải trọng và các kích thước của ôtô sẽ không còn là những đại lượng không đổi, mà từng điểm (vị trí) của ôtô sẽ có biến đổi động học trong các mặt phẳng đứng và mặt phẳng nằm ngang.

Những biến đổi động học này của ôtô khi di chuyển trên đường liên quan chặt chẽ đến vấn đề xác định bán kính quay lớn nhất và nhỏ nhất ứng với các quỹ đạo của vệt bánh xe ở vị trí ngoài hay trong đường cong của các loại ôtô khi đi trên đường vòng. Từ đó quyết định một cách hợp lý các bán kính tối thiểu (R_{min}) cũng như độ mở rộng (ΔE) của đường cong nằm khi thiết kế bình đồ để bảo đảm an toàn cho xe chạy.

Hình 7.14 là một ví dụ về cách xác định bán kính rẽ của xe tải đơn thiết kế (single unit - SU) theo Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của AASHTO (Mỹ).

Trên cơ sở bảo đảm an toàn chủ động cho phương tiện ôtô theo kích thước của chúng mà trong thiết kế đường xác định được bề rộng một làn xe (B_k) và độ mở rộng cần thiết của phần xe chạy trên đường cong có bán kính nhỏ.

Chiều rộng làn xe phụ thuộc vào tốc độ khai thác khi xe chạy. Tốc độ xe chạy càng cao kích thước thùng xe càng rộng thì bề rộng một làn xe được xác định càng lớn.



Hình 7.14

Theo quan điểm an toàn xe chạy thì bề rộng 1 làn xe được xác định theo công thức:

$$B_K = B_t + 3.6v^n.k + c \qquad (7.20)$$

Trong đó:

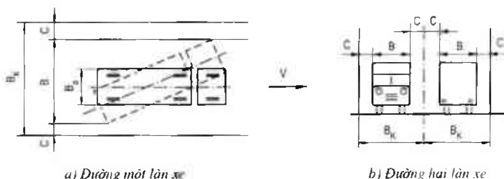
k - hệ số thực nghiệm, thường lấy bằng 0.01 - 0,05;

n - chỉ số mũ, n ≤ 1 phụ thuộc vào loại phương tiện vận tải;

c - khoảng hở an toàn, thường lấy C = 0,3 - 1,0m phụ thuộc vào loại phương tiện vận tải;

B_t - bề rộng tĩnh của thùng xe.

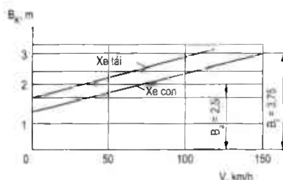
Sơ đồ xác định bề rộng mỗi làn xe theo điều kiện bảo đảm an toàn xe chạy được thể hiện trên hình 7.15.



a) Đường một làn xe *b) Đường hai làn xe*

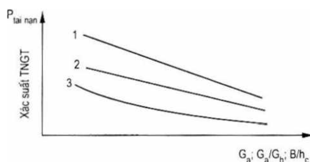
Hình 7.15

Sự phụ thuộc của bề rộng một làn xe B_K vào tốc độ xe chạy xác định theo công thức 7.20 cho hai loại xe con và xe tải được thể hiện trên biểu đồ hình 7.16 cho thấy nếu thiết kế làn xe có bề rộng B_l = 3,75m thì có thể thoả mãn cả cho xe con và xe tải chạy với tốc độ cao (V ≥ 100km/h).



Hình 7.16

Mức độ bảo đảm an toàn cho ôtô được thể hiện thông qua kích thước (khoảng cách) giữa 2 vệt bánh xe trên một trục (B), chiều cao trọng tâm của xe (h_c) cũng như tổng tải trọng xe (G_o), tải trọng hàng hoá (G_h) có liên quan đến xác suất xảy ra tai nạn giao thông (hình 7.17). Từ hình 7.17 cho thấy rõ rằng chiều cao trọng tâm h_c càng thấp, khoảng cách giữa hai vệt bánh xe trên cùng một trục B càng lớn, và xe càng nặng thì càng ổn định và an toàn cho xe chạy càng cao, khả năng xảy ra tai nạn giao thông càng giảm.



Hình 7.17

1. tổng tải trọng (xe và hàng) G_a; 2. tải trọng hàng hoá G_h; 3. B/h_c

7.2.6. Bảo đảm an toàn theo điều kiện làm việc của lái xe ở trong ôtô

Muốn cho lái xe điều khiển xe một cách an toàn thì cần phải tạo các điều kiện tốt nhất và thuận lợi nhất cho lái xe khi ngồi lái trong xe. Các điều kiện này hoàn toàn có thể thực hiện chủ động khi chế tạo các phương tiện giao thông bằng ôtô nhất là đối với các loại xe con, xe du lịch, xe khách và xe buýt chạy trên các tuyến đường thành phố. Đó là các điều kiện để lái xe ngồi lái một cách thoải mái và có thể nằm nghỉ khi dừng xe trên đường trường.

Dưới đây là các thông số giới hạn cho phép tại chỗ ngồi của lái xe trong buồng lái.

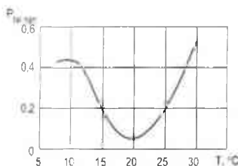
Bảng 7.1

Các chỉ tiêu	Trị số
- Độ ẩm	30 - 70 %
- Nhiệt độ không khí	17 - 24°C
- Tốc độ gió trong xe	0,37 - 0,57 m/s
- Lượng oxy	15 - 60 %
- Oxyt cacbon, CO	0 - 0,0007 mg/l
- Khí cacbonic, CO_2	0 - 0,016 mg/l
- Tần số dao động	0 - 1 héc (Hz)
- Tiếng ồn	0 - 85 đêxiben (dB)
- Độ chiếu sáng (độ rọi)	200 - 1000 lux
- Gia tốc	0 - <0,1 m/s^2

Khi nhiệt độ không khí trong cabin nằm ngoài giới hạn từ 17 - 24°C thì xác suất xảy ra tai nạn giao thông tăng lên. Nhiệt độ không khí càng thấp (trời lạnh, rét) hoặc càng cao (≥ 30°C - trời nóng nực) trong xe không được trang bị máy điều hoà không khí thì xác suất xảy ra tai nạn giao thông là cao nhất (xem hình 7.18).

Ngoài những trang bị trong ôtô nhằm thoả mãn các yêu cầu về môi trường (điều kiện vi khí hậu) thì ghế ngồi và cần tay lái cho lái xe cũng phải được nghiên cứu, thiết kế phù hợp với các yêu cầu về khoa học lao động (Eôgônômic). Cụ thể:

- Vị trí tay cầm bánh lái phải thuận tiện như: tay được đặt tự do ở phía trên bánh lái;



Hình 7.18

khi lái xe tựa lưng vào ghế không gây trở ngại cho các cánh tay điều khiển xe rẽ ngoặt; bảo đảm tầm nhìn cho lái xe khi đặt tay ở phía trên bánh lái.

- Bảo đảm khả năng cho chân sử dụng các bàn đạp (tăng ga, hãm phanh) một cách tự do, thoải mái.

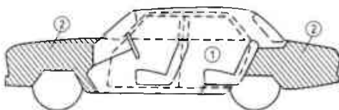
Những vấn đề nêu trên mặc dầu để phục vụ chủ yếu cho đối tượng lái xe nhưng người thiết kế đường cũng cần phải biết để có những giải pháp thiết kế tuyến có tác động chống mệt mỏi cho lái xe trong trường hợp các điều kiện trên không bảo đảm nhất là đối với các xe tải nặng. Ví dụ: tránh thiết kế cảnh quan của tuyến đơn điệu, tẻ nhạt trên một đoạn đường dài.

7.3. BẢO ĐẢM AN TOÀN BỊ ĐỘNG CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI ÔTÔ

Mục đích của các giải pháp an toàn bị động cho các phương tiện ôtô là nhằm giảm mức độ nghiêm trọng, giảm tổn thất khi có tai nạn xảy ra. Các giải pháp này bao gồm bảo đảm an toàn bên ngoài và an toàn bên trong của phương tiện.

Bảo đảm an toàn bị động bên ngoài cho ôtô tức là ôtô phải có cấu tạo kết cấu khung, bề mặt và các bộ phận sao cho nếu xảy ra tai nạn thì xác suất xảy ra tai nạn ở mức độ nghiêm trọng cho con người sẽ đạt mức tối thiểu.

Bảo đảm an toàn bị động bên trong của ôtô được xem xét như là những đặc tính tổng hợp của ôtô có khả năng duy trì được sự sống và sức khoẻ cho lái xe và hành khách ngồi trong xe nếu bất ngờ xảy ra tai nạn.



Hình 7.19

Vùng 1 trên hình 7.19 là khu vực ngồi của lái xe và hành khách. Bởi vậy, kết cấu khung bao quanh khu vực này phải bảo đảm đủ độ cứng để duy trì sự sống, nghĩa là phải tồn tại được một không gian tối thiểu, nếu xảy ra tai nạn vùng này biến dạng ở một giới hạn cho phép.

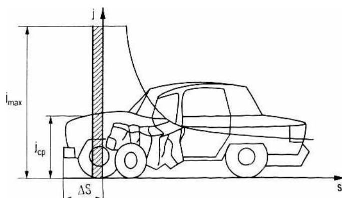
Vùng 2 ở phía trước và sau xe là vùng bị biến dạng mạnh khi bị va chạm. Vì thế kết cấu của các thanh chắn ngay ở trước và sau xe được trang bị phải có một độ cứng và cường độ cần thiết để nếu xe có va chạm với tốc độ nhỏ (8-12km/h) thì các thanh chắn

này sẽ có tác dụng bảo vệ các bộ phận của xe, và khi có va chạm mạnh với tốc độ đáng kể thì thanh chắn trước cùng với phần trước của ôtô sẽ tiếp thu một phần năng lượng đáng kể do đó có thể bảo vệ cho lái xe và hành khách không bị chấn thương nặng nề.

Sự vượt tải (gia tốc chậm dần j) và sự biến dạng của ôtô khi đâm vào chướng ngại vật cố định được thể hiện trên hình 7.20, mức độ vượt tải J ở thời điểm đâm xe phụ thuộc vào tốc độ của ôtô lúc đâm vào chướng ngại vật (v) và được xác định bằng công thức sau:

$$J = \frac{v^2}{2\Delta S} \qquad (7.21)$$

Trong đó: ΔS - biến dạng của vỏ xe



Hình 7.20

Rõ ràng, khi ôtô đâm vào chướng ngại vật với tốc độ càng cao thì độ vượt tải J càng lớn. Thời gian va đập t cũng phụ thuộc vào tốc độ xe lúc va chạm và bằng t = 50 - 100μs.

Đối với những người thiết kế hay quản lý khai thác đường thì nghiên cứu hiện tượng va đập của ôtô vào chướng ngại vật cố định để tìm ra giải pháp lựa chọn các loại hàng rào chắn (cứng, nửa cứng, nửa mềm, mềm) cho phù hợp với từng cấp đường, phù hợp với vị trí đặt hàng rào và loại phương tiện là điều cần thiết để nâng cao an toàn xe chạy, giảm bớt tổn thất vật chất cũng như mức độ thương vong khi có tai nạn xảy ra trên đường.

Như vậy, theo quan điểm bảo đảm an toàn cho xe chạy thì trong thiết kế và khai thác đường ôtô, đường thành phố chúng ta không chỉ quan tâm đến khả năng động học của một ôtô đơn chiếc hay một dòng xe chạy trên đường để định ra các tiêu chuẩn kỹ thuật cho thiết kế các yếu tố hình học của đường mà còn cần thiết phải nghiên cứu các biện pháp bảo đảm an toàn chủ động và an toàn bị động cho các phương tiện giao thông ôtô để bổ sung cho các tiêu chuẩn thiết kế. Có như vậy mới ngăn ngừa được các tai nạn giao thông có thể xảy ra và hạn chế được mức độ tổn thất về người và của nếu chẳng may xảy ra tai nạn trên đường.

Chương 8

CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ THUẬN LỢI VÀ AN TOÀN GIAO THÔNG TRONG THIẾT KẾ, KHAI THÁC ĐƯỜNG ÔTÔ VÀ ĐƯỜNG THÀNH PHỐ

Những nội dung được trình bày trong các chương ở trên cho thấy mức độ bảo đảm an toàn giao thông của một tuyến đường phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố liên quan đến cả hệ thống "Lái xe - ôtô - Đường - Môi trường". Vì vậy, việc đánh giá an toàn xe chạy cho một tuyến đường dài, đi qua nhiều khu vực có điều kiện địa hình, địa chất và điều kiện khí hậu khác nhau là một vấn đề gặp nhiều khó khăn.

Trên mỗi một đoạn đường riêng biệt được thiết kế tuỳ thuộc vào các đặc trưng hình học. sự phối hợp giữa bình đồ và trắc dọc cũng như các thông số kỹ thuật được lựa chọn thiết kế đều có khác nhau; điều kiện đường bị chi phối bởi các yếu tố thiên nhiên, khí hậu ở mỗi đoạn tuyến cũng khác nhau. Do đó khả năng xảy ra tai nạn giao thông trên các đoạn đường khác nhau là không giống nhau.

Mặt khác, trong quá trình xe chạy ảnh hưởng của các nhân tố về điều kiện đường đến an toàn giao thông bao gồm hai loại: Các nhân tố không đổi của đường (đó là kích thước hình học của tuyến và của nền đường ...) và các nhân tố biến đổi tuỳ thuộc vào điều kiện thời tiết khí hậu. Đối với các nhân tố thường xuyên thay đổi của điều kiện đường thường khó đánh giá bằng các chỉ tiêu cụ thể và chúng ảnh hưởng không nhiều so với các nhân tố không thay đổi của tuyến đã được thiết kế và xây dựng.

Có nhiều phương pháp được nghiên cứu ở các nước khác nhau để đánh giá mức độ an toàn, mức độ thuận lợi của một tuyến đường, của nút giao thông được thiết kế hay đang khai thác.

Dưới đây, chúng tôi giới thiệu một số phương pháp đánh giá để bạn đọc tham khảo.

8.1. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐIỀU KIỆN AN TOÀN XE CHẠY BẰNG HỆ SỐ TAI NẠN (U_{tn})

Để thể hiện ảnh hưởng của tất cả các yếu tố của điều kiện đường đến an toàn xe chạy Giáo sư V.F. Babcôv (Nga) đã đề nghị xem xét ảnh hưởng của từng yếu tố của đường và

xác xuất tương đối của tai nạn giao thông trên từng đoạn được đánh giá bằng hệ số tai nạn tổng quát. Hệ số này được xác định bằng tích các hệ số tai nạn từng phần, phản ánh ảnh hưởng của các yếu tố riêng biệt của bình đồ, trắc dọc, trắc ngang, tình trạng của mặt đường, lề đường.

Như vậy hệ số tai nạn tổng quát (U_{tn}) được xác định bằng tích của các biến cố độc lập (U_i) với u_i là hệ số tai nạn của nhân tố i.

$$U_{tn} = \prod_{i=1}^{m} u_i \tag{8.1a}$$

Hay: $$U_{tn} = u_1 \cdot u_2 \cdot u_3 .....u_{14} \tag{8.1b}$$

Trong đó:

u_1 - hệ số xét ảnh hưởng của lưu lượng xe chạy;

u_2 - hệ số xét ảnh hưởng của số làn xe (n);

u_3- hệ số xét ảnh hưởng của bề rộng phần xe chạy;

u_4 - hệ số xét ảnh hưởng của bề rộng lề đường;

u_5 - hệ số xét ảnh hưởng của tầm nhìn trên bình đồ;

u_6 - hệ số xét ảnh hưởng của độ dốc dọc;

u_7 - hệ số xét ảnh hưởng của bán kính đường cong nằm;

u_8 - hệ số xét ảnh hưởng của chênh lệch giữa bề rộng cầu và bề rộng phần xe chạy của đường;

u_9 - hệ số xét ảnh hưởng của khoảng cách giữa nhà cửa xây dựng đến phần xe chạy của đường;

u_{10} - hệ số xét ảnh hưởng của trị số khác nhau của hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường;

u_{11} - hệ số xét ảnh hưởng của phần xe chạy có phân làn và không phân làn;

u_{12} - hệ số xét ảnh hưởng của chiều dài các đoạn thẳng;

u_{13} và u_{14} - hệ số xét ảnh hưởng của loại hình nút giao thông.

Khi xét ảnh hưởng của các yếu tố trên V.F. Babcôv đã chọn đoạn đường thẳng, nằm ngang ($i_d = 0\%$), có đủ độ nhám và có bề rộng phần xe chạy B = 7-7,5m và lề gia cố rộng 2,5 - 3,0m làm chuẩn (có hệ số tai nạn bằng 1,0) để so sánh và định ra các hệ số u_i khác.

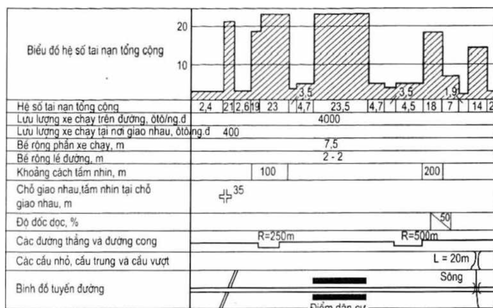
Bảng 8.1 nêu một số các hệ số tai nạn ứng với các yếu tố cơ bản của bình đồ, trắc dọc, trắc ngang của một tuyến đường được thiết kế hoặc đang khai thác.

Bảng 8.1

STT	Nhân tố / Hệ số tai nạn	Các trị số của nhân tố và hệ số tai nạn tương ứng							
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
1	Lưu lượng xe $N.10^3$xe/ngày đêm	0,5	1	2	3	4	5	6	7
	U_1	0,4	0,5	0,6	0,75	0,85	1	1,15	1,30
2	Số làn xe (n)	2	3	4 làn không có dải phân cách	4 làn có dải phân cách	4 làn với giao nhau khác mức	8	-	-
	U_2	1	1,5	0,8	0,65	0,30	0,30	-	-
3	Bề rộng phần xe chạy B, m	4,5	5	5,5	6	6,5	7,0	7,5	8
	U_3	2,2	1,6	1,5	1,35	1,10	1,05	1,0	0,85
4	Bề rộng lề, B_l, mét	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	-	-
	U_4	2,2	1,7	1,4	1,2	1,10	1,1	-	-
5	Tầm nhìn trên bình đồ S, mét	50	100	150	200	250	350	400	500
	U_5	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2	1,0
6	Độ dốc dọc i_d, %	20	30	40	50	-	70	80	-
	U_6	1,0	1,25	1,75	2,5	-	2,8	3,0	-
7	Bán kính đường cong nằm R, m	50	100 - 150	200 - 300	300 - 400	400 - 600	600 - 1000	1000 - 2000	>2000
	U_7	10	4,6	2,25	1,8	1,6	1,4	1,25	1,0
8	Hiệu số bề rộng phần xe chạy trên cầu và trên đường	< 1,0		0			> 1,0		>2,0
	U_8	6,0		3,0			1,5		1,0
9	Khoảng cách từ nhà cửa đến phần xe chạy, m	15-20 có làn xe địa phương	5-10 có vỉa hè			Đến 5, không có làn xe địa phương		Đến 5, có làn xe địa phương và không có vỉa hè	
	U_9	2,5	5,0			7,5		10,0	
10	Hệ số bám φ	0,2-0,3	0,4		0,6		0,7		0,75
	U_{10}	2,5	2,0		1,3		1,0		0,75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	Bề rộng phần xe chạy, B, mét	4,5	5,5		6,0		7,5		≥ 8,5
	U_{11} $\frac{\text{không phân làn}}{\text{có phân làn}}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1.25}{1.0}$		$\frac{2.5}{1.25}$		$\frac{2.8}{1.4}$		$\frac{3}{1.5}$
12	Chiều dài các đoạn thẳng, km	3	5		10		15	20	≥ 25
	U_{12}	1	1,1		1,4		1,6	1,9	2,0
13	Giao nhau cùng mức lưu lượng xe chạy trên đường chính N, xe/ngđ	1600	1600 - 3500			3500 - 5000		> 5000	
	U_{13}	1,5	2,0			3,0		4,0	
14	Giao nhau cùng mức với tỷ lệ % xe trên đường phụ	≤ 10			10 - 20			≥ 20	
	U_{14}	1,5			3,0			4,0	

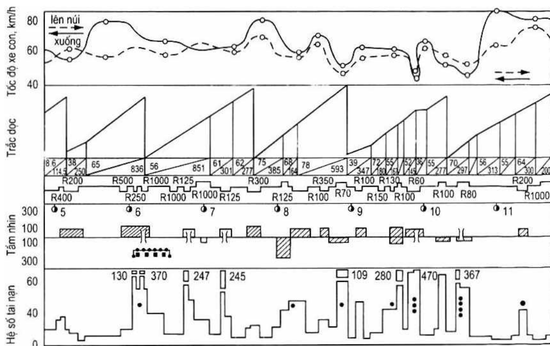
Trên cơ sở các số liệu ghi trong bảng 8.1 và các công thức 8.1a hay 8.1b ta xác lập biểu đồ hệ số tai nạn tổng cộng cho mỗi đoạn trên toàn tuyến. Do từng đoạn tuyến có các yếu tố thiết kế bình đồ, trắc dọc, trắc ngang ... khác nhau nên các trị số của hệ số tai nạn riêng biệt U_i cũng khác nhau, dẫn đến hệ số tai nạn tổng cộng U_{tn} của mỗi đoạn tuyến cũng khác nhau. Biểu đồ hệ số tai nạn tổng cộng xác lập cho một tuyến đường thiết kế hoặc đang khai thác thể hiện trên hình 8.1 là một ví dụ.



Hình 8.1: Ví dụ xác lập biểu đồ hệ số tai nạn cho một tuyến đường

Từ biểu đồ trên hình 8.1 cho thấy tuyến đường đi qua khu vực có dân cư và các đoạn có khoảng cách tầm nhìn ngắn sẽ có hệ số tai nạn tổng cộng lớn ($U_{tn} > 20$). Rõ ràng, để nâng cao an toàn xe chạy thì phải giảm hệ số tai nạn tổng cộng bằng cách cải tạo lại hướng tuyến cho đi vòng qua khu dân cư và tăng cự ly tầm nhìn. Hệ số tai nạn tổng cộng cũng có trị số cao ($U_{tn} = 21$) tại nơi giao nhau với một tuyến đường khác và đoạn qua cầu có chiều dài nhịp L = 20m.

Đối với các tuyến được xây dựng trên địa hình vùng núi đo phải áp dụng các tiêu chuẩn thiết kế giới hạn với nhiều đường cong nằm có bán kính nhỏ, độ dốc dọc lớn và tầm nhìn chưa đủ thì hệ số tai nạn tổng cộng trên nhiều đoạn có trị số khá lớn ($U_{tn} = 60 - 80$) tại các vị trí này thường xuyên xảy ra tai nạn giao thông. Trên hình (8.2) thể hiện biểu đồ hệ số tai nạn tương đối tổng cộng của một tuyến đường miền núi. Các tai nạn thường xảy tại ra các đoạn có hệ số tai nạn tổng hợp cao (biểu thị bằng các chấm tròn đậm trên hình vẽ).



Hình 8.2

Từ những kết quả tính hệ số tai nạn tổng cộng và dựng biểu đồ hệ số tai nạn cho từng đoạn trong quá trình thiết kế hay quá trình khai thác tuyến đường hiện hữu ta có thể đánh giá được mức độ an toàn xe chạy trên từng đoạn và đưa ra những giải pháp để nâng cao an toàn giao thông trên những đoạn đường nguy hiểm. Cụ thể như sau:

- Đối với các đoạn tuyến có hệ số tai nạn tổng cộng $U_{tn} \leq 15$ ta coi như thỏa mãn điều kiện về an toàn.

- Đối với các đoạn tuyến có hệ số tai nạn tổng cộng U_{tn} = 15-40 thì cần thiết phải có biện pháp để cải thiện tổ chức giao thông như: Sơn vạch phần xe chạy, cấm vượt xe, cắm biển báo hạn chế tốc độ.

- Đối với các đoạn đường có hệ số tai nạn tổng cộng $U_{tn} > 50$ thì cần phải cải tạo nâng cấp, đại tu.

Đánh giá điều kiện đường bằng hệ số tai nạn tổng cộng mặc dầu đã xét khá đầy đủ ảnh hưởng của các yếu tố riêng biệt của bình đồ, trắc dọc, trắc ngang nhưng không cho phép đánh giá được mức độ nghiêm trọng của tai nạn giao thông để từ đó xác định đúng đắn thứ tự của các đoạn đường nguy hiểm cần phải cải tạo.

Với những lý do trên mà O.A. Divôskin (Nga) đã đề nghị bổ sung mức độ nghiêm trọng bằng các hệ số nghiêm trọng m_i được nêu trong bảng 8.2. Các hệ số nghiêm trọng nhằm xét đến tổn thất có thể đối với nền kinh tế quốc dân và được coi như là các hệ số hiệu chỉnh để đưa vào hệ số tổng cộng khi hệ số tai nạn tổng cộng $U_{tn} > 15$.

Bảng 8.2

STT	Nhân tố được xét	Trị số	Hệ số nghiêm trọng m_i
1	Bề rộng phần xe chạy, m	4,5	0,7
		6	1,2
		7	1,0
		9	1,4
		10,5	1,2
		14	0,9
2	Bề rộng lề, m	< 2,5	0,85
		> 2,5	1,0
3	Độ dốc dọc, ‰	> 30	1,25
		< 30	1,0
4	Bán kính cong trên bình đồ, m	< 350	0,9
		> 350	1,0
5	Tầm nhìn	Không đủ	0,7
6	Giao nhau ngang mức		0,8
7	Cầu nhỏ và cầu trung		2,1
8	Điểm dân cư		1,6
9	Số làn xe	3	1,3
		2 và 4	1,0

Hệ số nghiêm trọng tổng cộng M là tích của các hệ số nghiêm trọng của từng nhân tố m_i:

$$M = \prod_{i=1}^{n} m_i \qquad (8.2)$$

Trong đó: m_i được tra trong bảng 8.2.

Ở đây cũng cần nhấn mạnh rằng, các trị số nêu trong các bảng 8.1 và 8.2 để đánh giá mức độ nguy hiểm của tai nạn giao thông được đưa ra dựa trên cơ sở kiểm tra bằng thực nghiệm nhiều năm của viện nghiên cứu thiết kế đường bộ của CHLB Nga trước đây. Vì thế chỉ là những số liệu cho chúng ta tham khảo để đánh giá đồ án thiết kế cũng như đánh giá các tuyến đường hiện hữu theo quan điểm đảm bảo an toàn cho xe chạy (do chúng ta chưa có các số liệu nghiên cứu trong nước).

8.2. PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ ĐIỀU KIỆN AN TOÀN XE CHẠY BẰNG HỆ SỐ AN TOÀN (K_{at})

Như mọi người đều biết rằng, một trong những phương pháp nâng cao tính hiệu quả và an toàn xe chạy là phải bảo đảm tuyến đường đều đặn, ít có chỗ gãy trên bình đồ, trắc dọc để cho phép xe chạy với tốc độ cao trên toàn tuyến và chênh lệch tốc độ xe chạy trên hai đoạn tuyến kề liền là không đáng kể.

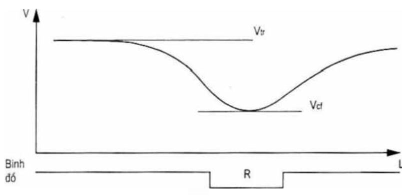
Vì thế, với quan điểm bảo đảm cho xe chạy an toàn và thuận lợi trong các quy trình thiết kế đường ôtô của nhiều nước đã quy định độ chênh lệch tốc độ giới hạn giữa các đoạn liền kề. Ví dụ như: Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Bộ GTVT Việt Nam ban hành năm 2001 (22TCN 273-01) cũng đã quy định độ chênh lệch tốc độ ΔV không vượt quá 10km/h (và không bao giờ được phép vượt quá 20 km/h)).

Để cụ thể hoá chỉ tiêu đánh giá sự đều đặn của tuyến thiết kế mới hay tuyến hiện hữu đang được khai thác người ta đã lập biểu đồ vận tốc xe chạy và dựa vào biểu đồ vận tốc xe chạy xác định hệ số an toàn (K_{at}) cho từng đoạn của tuyến.

Hệ số an toàn (K_{at}) là tỷ số của tốc độ xe chạy cho phép trên đoạn nguy hiểm (v_{cf}) với tốc độ xe chạy ở cuối đoạn trước (v_{tr}) Tức là:

$$K_{at} = \frac{v_{cf}}{v_{tr}} \qquad (8.3)$$

Trên hình 8.3 biểu thị cách xác định hệ số an toàn (K_{at}) theo công thức 8.3.



Hình 8.3

Như vậy hệ số an toàn phụ thuộc vào tốc độ xe chạy ở hai đoạn đường kề liền. Tuy nhiên, mức độ nguy hiểm của tai nạn giao thông sẽ hoàn toàn khác nhau mặc dầu có hệ số an toàn như nhau. Ví dụ: Sự thay đổi tốc độ của ôtô từ 60 km/h xuống 30 km/h có (K_{at}) = 30/60 = 0,5 thì mức độ nguy hiểm sẽ ít hơn so với trên đường ôtô cho phép xe chạy tốc độ cao khi giảm tốc từ đoạn trước V = 120km/h sang đoạn sau V = 60km/h mặc dầu hệ số an toàn đều có trị số bằng K_{at} = 60/120 = 0,5. Từ phân tích này cho thấy hệ số an toàn không áp dụng để đánh giá mức độ nguy hiểm trên các đường ôtô cấp thấp cho phép xe chạy với tốc độ nhỏ vì điều kiện mất an toàn chạy xe chỉ xảy ra khi ôtô đang chạy với tốc độ cao phải giảm nhanh (đột ngột) xuống trị số thấp do điều kiện đường xấu. Chính cường độ thay đổi tốc độ lớn (tức trị số gia tốc âm do phải hãm xe khi đi vào đoạn đường nguy hiểm) đòi hỏi cự ly đường hãm phải dài và nguy cơ xảy ra tai nạn tăng.

Để vẽ được biểu đồ hệ số an toàn ta phải lập được biểu đồ vận tốc xe chạy.

Dựa vào biểu đồ vận tốc xe chạy ta xác lập biểu đồ hệ số an toàn cho từng đoạn.

Khi lập biểu đồ vận tốc xe chạy cần tuân theo những nguyên tắc sau:

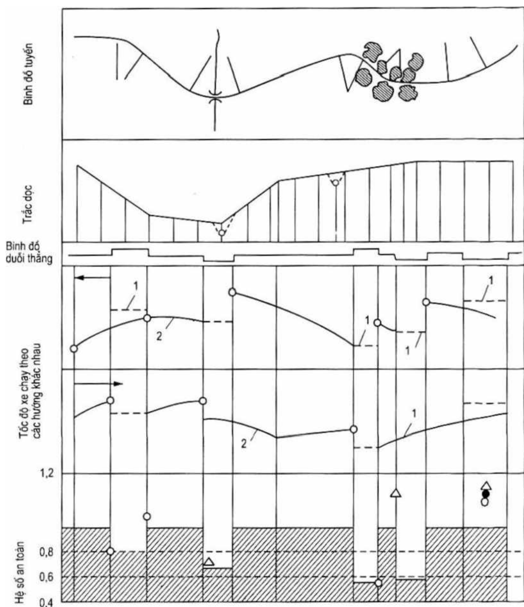
- Vẽ biểu đồ vận tốc cho từng đoạn và cho cả hai hướng (chiều đi và chiều về);

- Không xét đến các đoạn hãm để xe chuyển tốc độ vào đường cong bán kính nhỏ hoặc cầu hẹp;

- Bỏ qua các hạn chế tốc độ cục bộ (như hạn chế tốc độ khu dân cư, giao nhau với đường sắt hoặc các đường ôtô khác ...);

- Ở các đoạn xuống dốc, tốc độ xe chạy được xác định theo đặc tính động lực của loại xe khảo sát sử dụng để lập biểu đồ vận tốc.

Trên hình 8.4 thì sơ đồ xác định hệ số an toàn với trị số thay đổi theo từng đoạn từng tuyến có tốc độ xe chạy khác nhau.

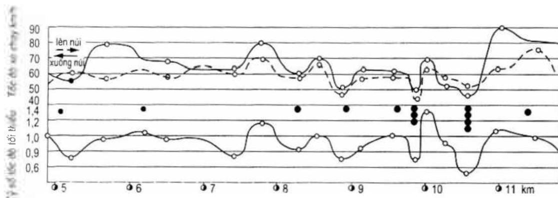


Hình 8.4: *Sơ đồ xác định hệ số an toàn*

1. tốc độ bảo đảm được ở các đoạn nguy hiểm nhất;

2. tốc độ của ôtô trên các đoạn đường khác nhau

Để xét kỹ mối tương quan giữa tốc độ xe chạy với sự thay đổi hệ số an toàn (biểu thị bằng tỷ số tốc độ xe chạy) trên các đoạn đường liền nhau cũng như các vị trí xảy ra tai nạn, tại Nga người ta đã quan trắc xác định vị trí xảy ra tai nạn và đo được tốc độ thực tế trên một đoạn đường vùng núi dài bảy km theo cả hai chiều (lên núi và xuống núi)và lập biểu đồ thay đổi tốc đô trên các đoạn đường cùng vị trí, số lượng tai nạn đã xảy ra kèm theo biểu đồ hệ số an toàn tương ứng thể hiện trên hình 8.5.



Hình 8.5: Biểu đồ thay đổi tốc độ trên các đoạn đường liền nhau. Vị trí xảy ra tai nạn được đánh dấu bằng các điểm tròn.

Từ biểu đồ hình 8.5 cho thấy:

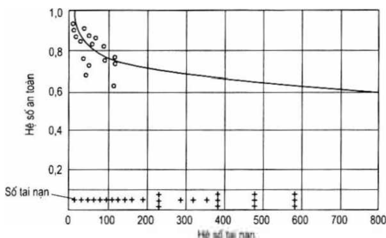
- Khi xe đi theo chiều xuống núi thì chênh lệch tốc độ của nhiều đoạn tuyến kề liền có trị số lớn (thường thấy độ chênh lệch tốc độ $\Delta V \geq 20km/h$, cá biệt giữa 2 đoạn từ Km10 đến Km11 có độ chênh lệch tốc độ $\Delta V > 40km/h$.

- Những vị trí có chênh lệch tốc độ lớn thì xảy ra nhiều tai nạn giao thông (3-4 vụ tai nạn) và tại các vị trí này hệ số an toàn có trị số thấp (K_{at} = 0,5 tại đoạn giữa Km10 - Km11). Đây là các đoạn rất nguy hiểm cần thiết phải cải tạo hoặc sửa đổi thiết kế.

Như vậy chênh lệch tốc độ giữa các đoạn liền kề của tuyến càng lớn thì hệ số an toàn (K_{at}) càng nhỏ và mức độ nguy hiểm càng nhiều, khả năng xảy ra tai nạn càng cao. Từ những nghiên cứu khảo sát thực tế ở Nga đã đưa ra các trị số giới hạn cụ thể về hệ số an toàn để đánh giá mức độ nguy hiểm cho một tuyến đường thiết kế hay đang được khai thác như sau:

$K_{at} \geq 0,8$	: đoạn tuyến bảo đảm an toàn;
= 0,7 - 0,8	: đoạn ít nguy hiểm;
= 0,6 - 0,7	: đoạn nguy hiểm;
< 0,6	: đoạn tuyến rất nguy hiểm.

Giữa hệ số an toàn (K_{at}) và hệ số tai nạn tổng cộng (U_{tn}) có mối liên hệ tương quan. Quan hệ phụ thuộc giữa hai hệ số này được thể hiện trên hình 8.6 được lập từ những kết quả đo tốc độ thực tế trên một tuyến đường cho thấy khi hệ số tai nạn tổng cộng nhỏ thì hệ số an toàn có trị số lớn còn khi hệ số tai nạn tổng cộng lớn hơn 40 thì quan hệ giữa hai hệ số này là quan hệ tuyến tính.



Hình 8.6: *Quan hệ giữa các hệ số tai nạn và hệ số an toàn*

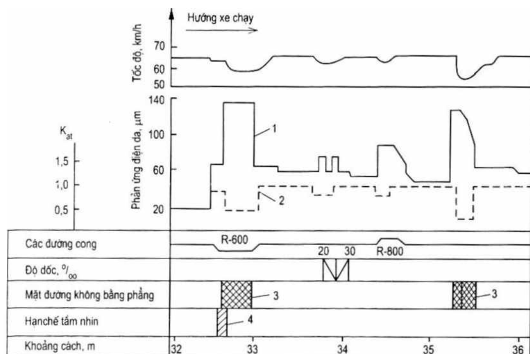
Tuy nhiên nếu xem xét kỹ hai hệ số này ta sẽ thấy nhược điểm của từng hệ số được sử dụng:

Đối với hệ số tai nạn tổng cộng (U_{tn}) được xác định bằng các số liệu thống kê trung bình tuy đã xét ảnh hưởng của từng yếu tố riêng biệt của bình đồ, trắc dọc, trắc ngang nhưng không phản ảnh đầy đủ đặc điểm của ôtô đơn độc chạy với tốc độ cao vào những thời điểm có lưu lượng xe chạy thấp, cũng như không xét được ảnh hưởng vị trí tương hỗ của các đoạn đường.

Đối với hệ số an toàn (K_{at}) được xác định dựa vào tỷ số tốc độ xe chạy của các đoạn tuyến liền kề nhưng hoàn toàn không xét được đặc điểm thụ cảm tâm lý của người lái xe đối với điều kiện đường khác nhau khi điều khiển xe đi trên các đoạn đường có các yếu tố thay đổi của bình đồ và trắc dọc...

Có thể thấy rõ điều này trên hình 8.7 biểu thị mức độ căng thẳng về mặt tâm lý của người lái xe thông qua phản xạ của dòng điện thay đổi liên quan đến hệ số an toàn. Tại các đoạn đường có bán kính cong nhỏ, tầm nhìn hạn chế hay mặt đường không bằng phẳng thì hệ số an toàn có trị số thấp ($K_{at} \leq 0,5$) và phản ứng dòng điện da của lái xe có trị số cao (lớn hơn 100 Microvôn), chứng tỏ lái xe căng thẳng thần kinh khi điều khiển xe chạy qua các đoạn đường này; đồng thời cũng cho thấy đây là đoạn đường nguy hiểm cần phải cải tạo.

Vì những lý do trên người ta khuyên nên sử dụng song song cả hai phương pháp (theo hệ số tai nạn và hệ số an toàn) để đánh giá mức độ an toàn của đoạn tuyến. Khi đó việc phối hợp để đánh giá mức độ an toàn của từng đoạn tuyến phải được thỏa mãn cả hai tiêu chuẩn ứng với hai hệ số trên. Đoạn tuyến nào không thỏa mãn chỉ một trong hai hệ số cũng được coi là đoạn mất an toàn cho xe chạy.



Hình 8.7: *Sự thay đổi tốc độ, hệ số an toàn và dòng điện da của lái xe trên các đoạn đường có các yếu tố bình đồ, trắc dọc thay đổi.*

1. sự thay đổi phản ứng điện da; 2. sự thay đổi hệ số an toàn;
3. mặt đường không bằng phẳng; 4. tầm nhìn hạn chế

8.3. CÁC TIÊU CHUẨN VỀ AN TOÀN GIAO THÔNG

Từ những kết quả nghiên cứu trong nhiều năm ở mỗi nước về ảnh hưởng của các thông số thiết kế đường cong trên nhiều tuyến đường hai làn xe đang được khai thác thuộc nhóm A và B (tốc độ thiết kế V_{tt} = 80 - 120 km/h) đến an toàn xe chạy với sự tham gia của nhiều nhà nghiên cứu chuyên gia đầu ngành ở các nước Mỹ, Đức, Pháp, Nga, Canada, Hy Lạp ... Người ta đã tổng hợp và đưa ra ba tiêu về an toàn giao thông dưới đây để đánh giá chất lượng của một đồ án thiết kế mới hay chất lượng cải tạo khai thác của một tuyến đường hiện hữu, đó là:

- Tiêu chuẩn an toàn thứ nhất: bảo đảm cho đồ án thiết kế đạt chất lượng tốt.

- Tiêu chuẩn an toàn thứ hai: bảo đảm đạt được tốc độ khai thác mong muốn với suất bảo đảm 85%.

- Tiêu chuẩn an toàn thứ ba: bảo đảm ổn định động học khi xe chạy vào đường cong để nâng cao an toàn cho lái xe và hành khách.

Dưới đây là nội dung trình bày cách thiết lập ba tiêu chuẩn an toàn trên.

Một tiêu chuẩn quan trong về an toàn giao thông cần được xem xét khi thiết kế mới hay cải tạo đường cũ là phải thiết kế sao cho bảo đảm được sự phù hợp giữa tốc độ khai

thác và tốc độ thiết kế. Nghĩa là, bảo đảm sự chênh lệch giữa tốc độ khai thác với suất bảo đảm 85% và tốc độ thiết kế $|V_{85} - V_d|$ có trị số không lớn, chênh lệch tốc độ này càng nhỏ đồ án thiết kế càng được đánh giá tốt cụ thể là:

- khi $|V_{85} - V_d| \leq 10km/h$ thì đồ án thiết kế đạt chất lượng tốt;

- khi $|V_{85} - V_d| \leq 20km/h$ thì đồ án ở mức độ chấp nhận được.

Còn khi $|V_{85} - V_d| > 20km/h$ thì chất lượng thiết kế của đồ án được đánh giá là kém.

Khi thiết kế bình đồ,các đường cong thiết kế riêng biệt cần phải được xem xét mối tương quan giữa các đường cong kề liền thông qua hiệu số thay đổi độ ngoặt của các đường cong $\Delta CCR = |CCR_{si} - CCR_{si+1}|$, cũng như tương quan giữa mỗi đường cong riêng biệt với trị số trung bình $\overline{CCR_s}$ của toàn tuyến.

Thông qua hiệu số $|CCR_S - CCR_{Si}|$, các hiệu số này càng nhỏ thì bình đồ tuyến được thiết kế càng có chất lượng tốt.

Trong khi xét an toàn giao thông thì một trong những vị trí thường xảy ra tai nạn giao thông là những đường cong có thiết kế siêu cao chưa đạt yêu cầu, làm cho xe đi vào đường cong mất ổn định động học do bị trượt ngang. Điều này xảy ra khi xe chạy với tốc độ khai thác (V_{85}) xuất hiện lực ngang khác biệt so với lực ngang thiết kế khiến cho sự chênh lệch hệ số lực ngang (f_{RA} - f_{RD}) có trị số lớn. Những nghiên cứu cho thấy không chấp nhận khi thiết kế đường cong nằm có $\Delta f < -0{,}04$ và đồ án thiết kế chỉ được chấp nhận khi hiệu số lực ngang nằm trong phạm vi $-0{,}04 \leq f_{RA} - f_{RD} < +0{,}01$ đồng thời hệ số CCR_{Si} phải nhỏ hơn hoặc bằng 360 gon/ km. Cũng như vậy, chấp nhận các đồ án thiết kế khi hiệu số $|CCR_{Si} - \overline{CCR_S}|$ hay $|CCR_{Si} - CCR_{Si+1}|$ phải không vượt quá trị số 360 gon/km.

Tất cả những phân tích trên cho phép thiết lập ba tiêu chuẩn an toàn giao thông cụ thể như sau:

Bảng 8.3a

Các thông số	Phân loại đồ án thiết kế		
	Tốt	Chấp nhận được	Xấu, kém
1	*2*	*3*	*4*
1- Tiêu chuẩn an toàn thứ nhất			
a) $\|V_{85i} - V_d\|$	$\leq 10km/h$	>10km/h và $\leq 20km/h$	>20 km/h
b) $\|CCR_{Si} - \overline{CCR_S}\|$	$\leq 180gon/km$	>180gon/km và $\leq 360gon/km$	>360 gon/km

1	2	3	4
2- Tiêu chuẩn an toàn thứ hai			
a) $\lvert V_{85i} - V_{85i+1} \rvert$	$\le 10km/h$	>10km/h và $\le 20km/h$	>20 km/h
b) $\lvert CCR_{Si} - CCR_{Si+1} \rvert$	$\le 180gon/km$	>180gon/km và $\le 360gon/km$	>360 gon/km
3- Tiêu chuẩn an toàn thứ ba			
a) CCR_{Si}	$\le 180gon/km$	>180gon/km và $\le 360gon/km$	>360 gon/km
b) $f_{RA} \cdot f_{RD}$	$\ge +0,01$	$\ge$ -0,04 và $\le$+0,01	<-0,04

Để dễ dàng đánh giá mức độ an toàn, các tiêu chuẩn nêu ra ở bảng 8.3a ở trên được sắp xếp lại như sau:

Bảng 8.3b

Tiêu chuẩn an toàn CCR_S	Đánh giá an toàn		
	Tốt $\le$ 180gon/km	Chấp nhận > 180gon/km, $\le$360gon/km	Xấu >360gon/km
I	$\lvert V_{85i} - V_d \rvert \le 10km/h$	$10km/h < \lvert V_{85i} - V_d \rvert \le 20km/h$	$\lvert V_{85i} - V_d \rvert > 20km/h$
II	$\lvert V_{85i} - V_{85i+1} \rvert \le 10km/h$	$10km/h < \lvert V_{85i} - V_{85i+1} \rvert \le 20km/h$	$\lvert V_{85i} - V_{85i+1} \rvert > 20km/h$
III	$f_{RA} - f_{RD} \ge +0,01$	$-0,04 \le f_{RA} - f_{RD} < +0,01$	$f_{RA} - f_{RD} < -0,04$

Trong đó:

Tiêu chuẩn I liên quan đến mỗi một yếu tố đường (đoạn thẳng độc lập hay đường cong).

Tiêu chuẩn II liên quan đến hai yếu tố thiết kế kề liền i và i+1 (đoạn thẳng độc lập nối với đường cong hay đường cong nối với đường cong).

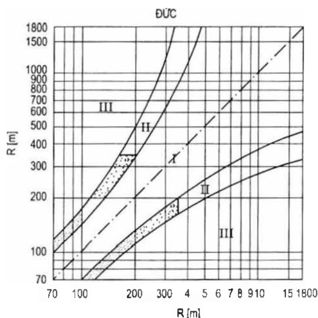
Tiêu chuẩn III liên quan đến mỗi một đường cong riêng biệt trên đường.

Các số liệu ghi trong bảng 8.3a, b cho thấy: cả ba tiêu chuẩn đều lấy cùng các trị số giới hạn về hiệu số $\lvert V_{85i} - V_d \rvert$ và các tiêu chuẩn CCR_{Si}, $\lvert CCR_{Si} - CCR_{Si+1} \rvert$, $\lvert CCR_{Si} - \overline{CCR_S} \rvert$ đều có cùng những trị số giới hạn ứng với các trường hợp thiết kế tốt, chấp nhận được và xấu, kém.

Từ tiêu chuẩn an toàn thứ nhất và tiêu chuẩn an toàn thứ hai được nghiên cứu, các nước đã xây dựng đồ thị để hỗ trợ cho người thiết kế đường ôtô lựa chọn bán kính hợp lý của các đường cong tròn được bố trí liên tiếp trên bình đồ tuyến.

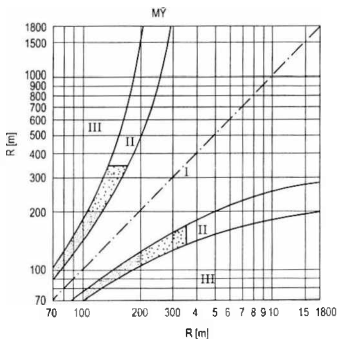
Dưới đây là các đồ thị được lập của CHLB Đức (xem hình 8.8); của Mỹ (xem hình 8.9); của Úc (xem hình 8.10), và của Canada (xem hình 8.11) để bạn đọc tham khảo và vận

dụng khi thiết kế bình đồ cho phù hợp với điều kiện địa hình và cấp đường theo tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Việt Nam.



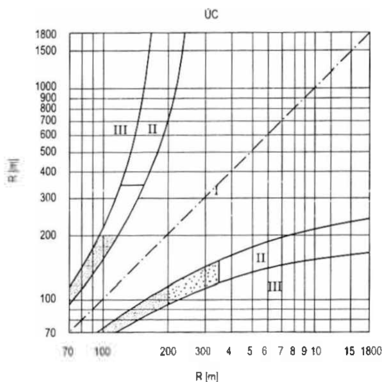
Hình 8.8

I - vùng "thiết kế tốt"; II - vùng "chấp nhận được"; III - vùng "thiết kế xấu"

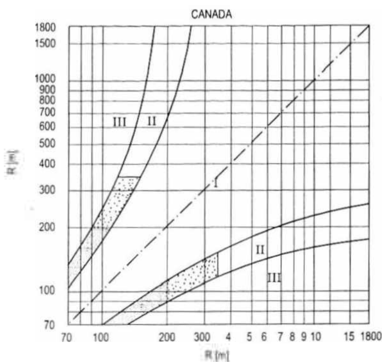


Hình 8.9

I - vùng "thiết kế tốt"; II - vùng "chấp nhận được"; III - vùng "thiết kế xấu"



Hình 8.10



Hình 8.11

I - vùng "thiết kế tốt"; II - vùng "chấp nhận được"; III - vùng "thiết kế xấu"

Các đồ thị do mỗi nước lập ra đều ở dạng hình vuông đối xứng qua đường chéo với bán kính đường cong nằm thay đổi từ R = 70 m đến R = 1800 m và chia ra làm ba vùng để đánh giá chất lượng của đồ án thiết kế, bao gồm:

- Vùng ở giữa (vùng 1) được đánh giá là đồ án thiết kế có chất lượng tốt. Ứng với vùng này, người thiết kế đã lựa chọn hai đường cong liền kề trên bình đồ có bán kính thoả mãn các điều kiện về hiệu số của các hệ số thay đổi độ ngoặt $\left|CCR_{Si} - CCR_{Si+1}\right| \leq 180 gon/km$ hay ≤ 162°/km cũng như bảo đảm quan hệ giữa tốc độ thiết kế (V_d) và tốc độ khai thác (V_{85}) chênh nhau không vược qua 10km/h. Trên đường chéo hai đường vòng được lựa chọn bán kính có trị số bằng nhau ($R_i = R_{i+1}$).

- Vùng hẹp kẹp ở giữa (vùng 2) là vùng được đánh giá là đồ án thiết kế có thể chấp nhận Được. Khi đó hai bán kính cong được lựa chọn của hai đường vòng kề liền bảo đảm chênh lệch giữa tốc độ thiết kế (V_d) và tốc độ khai thác (V_{85}) không vượt quá 10 - 20 km/h,và hiệu số của các hệ số thay đổi độ ngoặt của đường cong nằm trong phạm vi 180 - 360 gon/km.

- Ở vùng ngoài cùng (vùng 3), sự lựa chọn hai bánh đường vòng liên tiếp dược đánh giá XấU bởi tạo nên sự chênh lệch lớn giữa hai tốc độ $\left|V_{85} - V_d\right|$>20 km/h và có sự biến đổi độ cong lớn $\left|CCR_{Si} - CCR_{Si+1}\right| \geq 360 gon/km$ hay >324°/km.

Khi thiết kế nếu lựa chọn hai bán kính nằm trong vùng "chấp nhận được" thì theo các kết quả điều tra nghiên cứu của các tác giả, hệ số tai nạn ít nhất sẽ cao hơn 2 - 3 lần so với vùng đạt "chất lượng tốt".

Khảo sát sơ bộ các đồ thị được lập ở 4 nước khác nhau cho thấy: trong vùng thiết kế "có thể chấp nhận được" nếu một đường cong nằm được thiết kế có bán kính thay đổi từ trị số nhỏ nhất là R = 350 m đến trị số lớn nhất R = 1800 m thì bán kính của đường cong nằm thứ hai liền kề có thể chọn trị số nhỏ hơn nhiều. Cụ thể là:

- Ở giới hạn dưới (R_{min} = 350 m) hai bán kính kề liền chênh nhau khoảng gấp hơn hai lần (Mỹ, Canada, Úc) và gấp trên dưới hai lần (Đức).

- Ở giới hạn trên (R_{max} = 1800 m) thì chênh lệch giữa hai bán kính càng lớn gấp 6 - 9 lần (Mỹ, Canada, Úc) và gấp bốn đến hơn năm lần (Đức).

Có thể thấy rõ nhận xét trên theo bảng thống kê dưới đây:

Bảng 8.4

Tên nước		CHLB Đức	Mỹ	Canada	Úc
Giới hạn dưới (R_{min}=350 m)	$\frac{R_i}{R_{i+1}}$	$\frac{350}{(170 \div 200)}$	$\frac{350}{(145 \div 170)}$	$\frac{350}{(120 \div 160)}$	$\frac{350}{(125 \div 165)}$
	Tỷ số chênh lệch giữa hai bán kính	2,05 - 1,75	2,41 - 2,05	2,91 - 2,18	2,80 - 2,12
Giới hạn trên (R_{max}=1800m)	$\frac{R_i}{R_{i+1}}$	$\frac{1800}{(330 \div 460)}$	$\frac{1800}{(200 \div 280)}$	$\frac{1800}{(185 \div 260)}$	$\frac{1800}{(170 \div 240)}$
	Tỷ số chênh lệch giữa hai bán kính	5,4 - 3,9	9,0 - 6,4	9,7 -6,9	10,5 - 7,5

Từ đây ta có thể giải thích được vì sao ở vùng "chấp nhận được" hệ số tai nạn lại tăng ít nhất gấp 2 - 3 lần so với vùng thiết kế "tốt" là do có thể lựa chọn hai trị số bán kính thiết kế của hai đường cong kề liền có các trị số chênh lệch nhau nhiều.

8.4. CÁC PHƯƠNG PHÁP KHÁC ĐÁNH GIÁ AN TOÀN XE CHẠY CỦA TUYẾN ĐƯỜNG

Ngoài các phương pháp đánh giá mức độ an toàn xe chạy được trình bày ở trên bạn đọc có thể tham khảo thêm một số phương pháp đã được áp dụng ở các nước CHLB Đức, Na Uy, Thụy Điển như sau:

8.4.1. Phương pháp đánh giá an toàn theo hệ số tai nạn được xác định theo trắc ngang

Theo phương pháp này thì xác suất phát sinh tai nạn giao thông phụ thuộc vào bề rộng phần xe chạy và số làn xe; phụ thuộc vào cấu tạo của trắc ngang có hay không có lề gia cố; phụ thuộc vào các thành phần tham gia giao thông khác nhau (xe đạp, xe máy, người đi bộ ...) có mặt trên tuyến ngoại trừ ôtô các loại. Lựa chọn hệ số tai nạn trên đường 4 làn xe có dải phân cách và lề gia cố, bề rộng phần xe chạy mỗi chiều không nhỏ hơn 6,5 m làm chuẩn với hệ số tai nạn U_0 = 1 thì hệ số tai nạn đối với các loại trắc ngang khác được xác định theo công thức sau:

$$U = U_0.U_1.U_2.U_3 \qquad (8.4)$$

Trong đó: U_0 =1;

U_1 = 1 - 3 xét đến số làn xe và sự có mặt của dải gia cố lề đường;

U_2 =1.2 - 2,8 xét ảnh hưởng của xe đạp, xe máy và người đi bộ có trong thành phần tham gia giao thông;

U_3 =1 - 1,5 xét đến sự thay đổi bề rộng phần xe chạy.

Phương pháp đánh giá hệ số tai nạn theo trắc ngang và xác định theo công thức 8.4 đã được CHLB Đức áp dụng trước đây có trị số dao động U = 1,0 - 9,2.

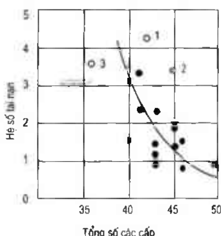
Phương pháp này có nhược điểm là không xét đến ảnh hưởng của lưu lượng xe chạy, nghĩa là dù lưu lượng xe chạy lớn hay nhỏ đều không ảnh hưởng đến hệ số tai nạn tổng cộng. Điều này không đúng khi lưu lượng xe chạy thấp. Hơn nữa, hệ số tai nạn được xác định theo phương pháp này cũng đã bỏ qua ảnh hưởng của các yếu tố bình đồ trắc dọc tuyến, tình trạng mặt đường ... dẫn đến phân loại và đánh giá mức độ an toàn xe chạy không chính xác và chưa đủ độ tin cậy.

8.4.2. Phương pháp đánh giá an toàn xe chạy theo tổng các cấp

Phương pháp này đã được áp dụng ở Na Uy, Thuỵ Điển, Anh.

Ở Na Uy người ta gán cho mỗi yếu tố một thang điểm. Thang điểm này được xét đến các yếu tố cơ bản của bình đồ, trắc ngang và tình trạng mặt đường (bán kính cong, tầm nhìn, khả năng vượt xe, độ bằng phẳng của tuyến ...). Mỗi đoạn đường được đánh giá theo tổng các cấp. Mức độ an toàn xe chạy càng cao thì tổng các cấp có trị số lớn. Khả năng lớn nhất của tổng các cấp có thể đạt tới là 70.

Trên hình 8.12 biểu thị mối quan hệ giữa hệ số tai nạn và tổng các cấp chứng tỏ khi tổng các cấp được đánh giá có trị số thấp thì an toàn giao thông ít được đảm bảo và hệ số tai nạn tăng.



Hình 8.12: Sự phụ thuộc giữa số tai nạn và tổng số cấp theo hệ thống đánh giá các đoạn đường của Na Uy

Ở Anh và Thuỵ Điển hệ thống đánh giá an toàn xe chạy bao gồm 3 nhóm tương ứng với tổng các cấp tối đa như sau:

Bảng 8.5

STT	Chỉ tiêu	Tổng các cấp	
		Thuỵ Điển	Anh
1	Cường độ và tình trạng áo đường	25	50
2	Các điều kiện xe chạy (bề rộng phần xe chạy, bán kính đường cong nằm, tầm nhìn, độ dốc dọc)	30	30
3	Mức độ bảo đảm an toàn xe chạy	45	20
Tổng cộng		100	100

Đánh giá mức độ an toàn xe chạy bằng cách chia thang điểm như trên tức là xét độc lập từng chỉ tiêu rồi đem cộng lại cho thấy tổng các cấp thường được đặc trưng cho những yêu cầu đối với đường nhưng không liên quan đến nhau nhưng thực tế chúng lại liên quan chặt chẽ với nhau. Do đó cách đánh giá này có nhiều thiếu sót. Ví dụ: xây dựng mặt đường cấp cao (bêtông nhựa) trên đường có các yếu tố bình đồ thiết kế không tốt thì khả năng xảy ra tai nạn giao thông sẽ tăng nhiều hơn. Điều này đã xảy ra ở nước ta khi mà các quốc lộ hay tỉnh lộ chỉ cải tạo nâng cấp mặt đường mà không cải tạo các yếu tố tuyến tương xứng.

8.5. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ PHỤC VỤ (LEVEL OF SERVICE - LOS) HAY MỨC ĐỘ THUẬN LỢI CỦA TUYẾN ĐƯỜNG

1. Đối với một tuyến đường ôtô, đường đô thị được thiết kế xây dựng mới thì đồ án thiết kế ngoài việc phải tuân thủ và áp dụng đúng đắn các tiêu chuẩn kỹ thuật phù hợp với cấp đường, loại đường người ta còn đưa ra những yêu cầu về chất lượng phục vụ của con đường sẽ được xây dựng theo đồ án, buộc những người tham gia thiết kế phải nghiên cứu, vận dụng các tiêu chuẩn thiết kế thích hợp nhằm thoả mãn những yều cầu về chất lượng của tuyến đường .

Yêu cầu về chất lượng thiết kế của tuyến đường được đặc trưng bằng chỉ tiêu là *mức độ phục vụ* yêu cầu đối với mỗi cấp đường, loại đường được xây dựng trên các địa hình khác nhau.

Khái niệm "mức độ phục vụ" xuất phát từ lý thuyết phục vụ đám đông trong toán học. Nó biểu thị chất lượng phục vụ của tuyến cho những người tham gia giao thông.

Mức độ phục vụ thể hiện khả năng tạo lập các tiện nghi và các điều kiện thuận lợi cho lái xe và hành khách đi trên đường.

Tuỳ thuộc vào đặc tính của dòng xe: Dòng xe chạy tự do hay gò bó, ổn định hay không ổn định, lưu lượng, mật độ xe thấp hay cao, tốc độ xe chạy lớn hay nhỏ mà tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô, đường đô thị của Mỹ (AASHTO - 94) thể hiện thông qua tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Việt Nam (specification for road design 22TCN - 273 - 01) quy định có sáu mức phục vụ cơ bản là:

Mức A: Dòng xe chạy tự do, lưu lượng xe chạy thấp và tốc độ xe chạy cao. Theo mức này thì đối với đường ôtô hai làn xe, dòng xe chạy với tốc độ lớn hơn 90 km/h và lượng xe chạy trên tuyến đạt 15% năng lực thông hành.

Mức B: Dòng xe chạy tự do trong điều kiện thích hợp lưu lượng xe có tăng lên, tốc độ xe chạy giảm, với đường hai làn xe thì khả năng thông hành đạt được 27%.

Mức C: Dòng xe vẫn ổn định nhưng hầu hết các lái xe tư do lựa chọn tốc độ cho mình. Năng lực thông hành của đường hai làn xe có thể đạt tới 43%.

Mức D: Dòng xe bắt đầu không ổn định, lưu lượng trên đường hai làn tăng cao hiện tượng vượt xe xảy ra liên tục và năng lực thông hành của đường đạt tới 64%.

Mức E: Dòng xe mất ổn định, lưu lượng xe tăng cao, có thể phải thực hiện hãm phanh.

Mức F: Dòng xe chạy cưỡng bức có khả năng bị tắc nghẽn, tốc độ xe chạy giảm xuống thấp.

Do các đường trục đô thị và ngoại ô có đặc điểm riêng nên đặc tính dòng xe ở các mức độ phục vụ được quy định có những đặc trưng khác như:

Mức A: Tốc độ xe chạy bằng 90% tốc độ dòng xe tự do và ít xảy ra ách tắc giao thông tại các nút giao thông có đặc đèn điều khiển.

Mức B: Tốc độ xe chạy trung bình tuy giảm, bảo đảm 70% tốc độ của dòng xe tự do, ách tắc giao thông có thể xảy ra ở các giao lộ.

Mức C: Tốc độ dòng xe trung bình bằng 50% tốc độ dòng tự do. Các xe xếp hàng dài tại vạch dừng xe của các nút giao. Lái xe đã bắt đầu chịu đựng sự căng thẳng.

Mức D: Dòng xe không ổn định. Hiện tượng ách tắc giao thông trở nên nhiều hơn. Tốc độ dòng xe chỉ đạt tới 40% tốc độ của dòng tự do.

Mức E: Dòng xe không ổn định, tốc độ dòng trung bình đạt 33% tốc độ dòng tự do. Các xe phía sau không ngừng dồn vào các ngã ba, ngã tư ...

Mức F: Giao thông tồi tệ nhất, thường xuyên dòng xe bị dồn, ùn tắc kéo dài ở các nút giao thông có đèn điều khiển.

Tốc độ dòng trung bình đạt từ 25 - 35% tốc độ của dòng xe tự do.

Theo các mức phục vụ đã nêu,tiêu chuẩn thiết kế đã khống chế chất lượng đồ án bằng các quy định lựa chọn mức độ phục vụ thiết kế tuỳ thuộc vào loại đường, cấp đường và địa hình như sau:

Bảng 8.6

Loại đường	Mức phục vụ thích hợp			
	Đồng bằng	Đồi	Núi	Đường trục đô thị và ngoại ô
Đường cao tốc	B	B	C	C
Cấp I	B	B	C	C
Cấp II	C	C	D	D
Cấp III	D	D	D	D

Từ bảng 8.6 cho thấy, để bảo đảm chất lượng phục vụ các đường ôtô cấp cao và đường trục chính đô thị mức độ phục vụ yêu cầu khi thiết kế đều phải đạt mức B hoặc C. Nghĩa là, bảo đảm dòng xe chạy ổn định khi sử dụng khoảng 50% khả năng thông hành của đường. Đây là mức phục vụ đạt hiệu quả kinh tế - kỹ thuật nhất đối với mỗi

loại cấp đường. Mức phục vụ A không đề cập đến vì sẽ rất lãng phí, khi mà những tuyến đường cấp cao được xây dựng chỉ phục vụ cho một lượng xe chạy thấp. Tại địa hình vùng núi do xây dựng gặp nhiều khó khăn nên mức phục phụ yêu cầu được hạ thấp (cấp D) chấp nhận dòng xe chạy không ổn định và tốc độ xe chạy thấp, nhưng bảo đảm năng lực thông hành của tuyến đường được tận dụng 60 - 70 %.

2. Để đánh giá chất lượng trên từng đoạn của một tuyến đường đang khai thác hoặc một đồ án thiết kế cải tạo nâng cấp một tuyến đường hiện hữu, ta dựa vào các mức độ phục vụ theo tiêu chuẩn AASSHTO - 94 (Mỹ), được cụ thể hoá bằng trị số tỷ lệ phần trăm khả năng thông hành của dòng xe thực tế đạt được đối với đường hai làn xe. Còn đối với đường có nhiều làn (khống chế và không không chế đường vào ra) được ghi trong bảng 8.7.

Bảng 8.7

Mức độ phục vụ (LOS)	Hệ số làm việc Z = N/P đối với		
	Đường hai làn xe	Đường nhiều làn không khống chế đường vào ra	Đường nhiều làn khống chế đường vào ra
A	0,15	0,33	0,32
B	0,15 - 0,27	0,54	0,51
C	0,27 - 0,43	0,75	0,75
D	0,43 - 0,64	0,89	0,92
E	0,64 - 1	0,89 - 1,0	0,92 - 1,0
F	0;1	0;1	0;1

Chúng ta có thể sử dụng khái niệm tương tự được áp dụng ở nước Nga: Mức phục vụ được gọi là mức độ thuận lợi (level of use).

Mức độ thuận lợi biểu thị trạng thái chất lượng của dòng xe đi trên từng đoạn tuyến. Nó xác lập các điều kiện thuận lợi hay khó khăn cho các lái xe trong lúc điều khiển các phương tiện giao thông trên đường; Nó thể hiện mức độ trang bị tiện nghi về các điều kiện đường xá, cũng như phản ánh được lưu lượng, mật độ và thành phần xe chạy thông qua tốc độ chạy xe trên từng đoạn. Các trị số tốc độ này quyết định bởi điều kiện làm việc, trạng thái tâm lý của các lái xe tạo nên dòng xe có các đặc trưng khác nhau trên các đoạn tuyến khác nhau. Chúng được đánh giá từ 3 thông số đặc trưng là:

- Hệ số làm việc (Z);
- Hệ số tốc độ (c);
- Hệ số bão hoà dòng xe (ρ).

Các hệ số này được định nghĩa như sau:

- *Hệ số làm việc (Z)* là tỷ số giữa lưu lượng xe chạy (N) và năng lực thông hành (P) trên một đoạn đường:

$$Z = \frac{N}{P} \quad (8.5)$$

Z là thông số không có thứ nguyên tuỳ thuộc vào lưu lượng xe chạy thực tế N trên đoạn tuyến so với khả năng thông hành lý thuyết P mà Z có trị số từ 0 - 1 (nói một cách chính xác thì trị số Z có giới hạn dưới là 0 và giới hạn trên trên là 1 và $Z \neq 0$, $Z \neq 1$).

Nếu Z có trị số nhỏ sẽ có dòng xe chạy tự do và ổn định; Dòng xe mất ổn định, xảy ra ách tắc ứng với hệ số Z có trị số lớn.

- *Hệ số tốc độ (c)* là tỉ số giữa tốc độ xe chạy ở một mức độ thuận lợi nào đó của mỗi đoạn đường, (V_Z) với tốc độ xe chạy mong muốn trong điều kiện xe chạy tự do (V_0).

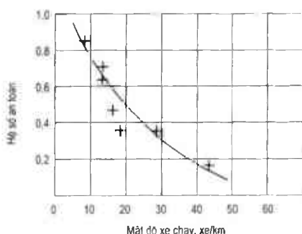
$$c = \frac{V_Z}{V_0} \quad (8.6)$$

Trên mỗi đoạn ứng với mức độ thuận lợi hiện hữu của nó, lái xe sẽ quyết định tốc độ chạy xe V_Z. Trong điều kiện xe chạy tự do tốc độ mong muốn V_0 được xác định từ các điều kiện về đường (các yếu tố về hình học, kết cấu và tình trạng mặt đường), từ tình trạng kỹ thuật của ôtô và từ trạng thái tinh thần, sức khoẻ và trình độ tay nghề của lái xe. Khi đoạn đường có mức độ thuận lợi cao, tình trạng kỹ thuật của xe tốt, sức khoẻ và trạng thái tinh thần của lái xe bảo đảm thì lái xe sẽ điều khiển cho xe chạy với tốc độ V_Z cao và trị số V_Z có thể đạt tới tốc độ mong muốn V_0. Tuỳ thuộc vào mức độ thuận lợi của đoạn đường mà trị số c nằm trong phạm vi $0 < c \leq 1$.

- *Hệ số bão hoà dòng xe* (ρ) (còn gọi là hệ số mật độ) là tỉ số giữa mật độ của dòng xe ứng với mức độ thuận lợi nào đó [q_Z] của mỗi đoạn đường và mật độ xe chạy tối đa [q_{max}]. Tức là:

$$\rho = \frac{q_Z}{q_{max}} \quad (8.7)$$

Mật độ q_Z của dòng xe trên đường có liên quan đến an toàn xe chạy theo quan hệ tỉ lệ nghịch. Trên hình 8.13 biểu thị mối quan hệ giữa hệ số an



Hình 8.13: Quan hệ giữa hệ số an toàn và mật độ xe chạy (N=450xe/h)

toàn K_{at} với mật độ xe chạy q_z (xe/km) cho thấy khi mật độ xe chạy tăng hệ số an toàn giảm. Điều này chỉ xảy ra khi dòng xe chạy trong khu dân cư. Vì thế, khi cải tạo cần xây dựng lại đoạn tuyến này bằng cách cho đi vòng qua khu dân cư.

Căn cứ vào các kết quả nghiên cứu, phân tích các mô hình động học của dòng xe, đối chiếu với các trị số của các hệ số làm việc, hệ số tốc độ và hệ số bão hoà dòng xe ... Xilianôv (Nga) đã chia mức độ thuận lợi xe chạy trên đường ôtô ra làm 4 mức: A, B, C, D như sau:

Mức độ thuận lợi A: Đặc trưng của dòng xe ở mức này là xe chạy tự do, các xe không ảnh hưởng lẫn nhau, lái xe và hành khách ngồi trên xe cảm thấy thoải mái do lưu lượng xe chạy trên đường thấp, lái xe có thể lựa chọn tốc độ xe chạy tuỳ theo ý muốn. Các hệ số đặc trưng có trị số nhỏ là:

Hệ số làm việc $Z \leq 0,2$;

Hệ số mật độ $\rho < 0,1$.

Còn hệ số tốc độ có trị số lớn: $c \geq 0,9$.

Tuyến đường được xây dựng với đặc trưng dòng xe như trên mặc dù xe chạy rất thuận lợi đối với lái xe nhưng không đạt hiệu quả kinh tế.

Mức độ thuận lợi B: Các xe chạy trong dòng đã có phần bị gò bó và lái xe điều khiển xe chạy ít thuận lợi hơn. Xảy ra tình trạng trong dòng chạy thành từng nhóm theo tốc độ và có hiện tượng vượt xe của các xe có tốc độ lớn hơn xe chạy phía trước. Hệ số làm việc và hệ số mật độ tăng lên ($Z = 0,2 \div 0,45$; $\rho = 0,1 \div 0,3$) và hệ số tốc độ của dòng xe giảm xuống ($c = 0,9 \div 0,7$)

Ở mức độ B lái xe điều khiển xe chạy bình thường.

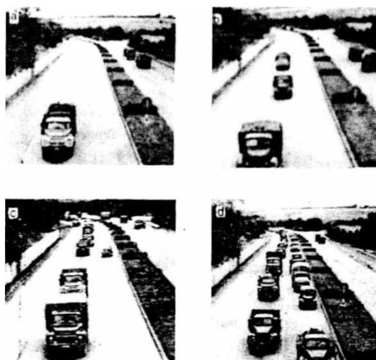
Mức độ thuận lợi C: Các ôtô chạy trong dòng đã rơi vào tình trạng bị gò bó, khó khăn khi vượt xe. Lái xe bị căng thẳng thần kinh do phải điều khiển xe trong tình trạng không thuận lợi nhưng lại đạt hiệu quả kinh tế cao trong khai thác tuyến:

Tương ứng với mức độ thuận lợi C hệ số làm việc Z dần dần tiến tới trị số gần bão hoà ($Z = 0,45 \div 0,70$) mật độ xe chạy tăng ($\rho = 0,3 \div 0,7$) và hệ số tốc độ giảm dần ($c = 0,7 \div 0,55$).

Mức độ thuận lợi D: Ở mức độ này dòng xe gần như bão hoà, mật độ và lưu lượng xe chạy lớn. Dòng xe thường bị dồn, còn tắc và tốc độ xe chạy thấp. Do chạy xe với tốc độ nhỏ nên hiệu quả kinh tế thấp. Tương ứng với điều kiện bất lợi này,các hệ số đặc trưng của dòng xe đều đạt đến trị số giới hạn:

Hệ số làm việc	$Z = 0.7 \div 1.0$
Hệ số bão hòa dòng xe:	$\rho = 0.7 \div 1.0$
Hệ số tốc độ:	$c = 0,55 \div 0,4$

Ngoài việc phân chia mức độ thuận lợi dựa vào phân tích các mô hình động học theo bốn mức mà chúng ta có thể thấy bằng hình ảnh minh họa đặc trưng của dòng xe tương ứng với bốn trường hợp biểu thị trên hình 8.14.



Hình 8.14

V.V. Xilianôv còn dựa vào những phân tích về phân phối lưu lượng xe chạy của dòng xe tùy thuộc vào cấp đường để xác định mức độ thuận lợi theo trị số xác suất xuất hiện ứng với mỗi mức như sau:

Bảng 8.8

Cấp hạng đường ôtô [1]	Xác suất xuất hiện mức độ thuận lợi xe chạy theo các mức			
	A	B	C	D
I	18,8	64	12	5,2
II	32,4	57	8,1	2,5
III	53,0	40,4	5,9	0,7
IV	79,3	20,5	0,2	-
V	91,4	8,55	0,05	-

(1) Phân cấp đường theo tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Nga.

Tất nhiên, để hình thành các dòng xe với những đặc trưng theo bốn cấp mức độ thuận lợi ở trên lưu lượng xe chạy còn bao gồm nhiều yếu tố khác như các điều kiện về đường, trang thiết bị và phương pháp tổ chức giao thông ...

Đối với đường đô thị có nhiều làn xe thì theo số liệu của A.N.Krasnhicôv (CHLB Nga), vẫn chia trạng thái dòng xe theo 4 mức độ thuận lợi A, B, C, D nhưng ở các mức độ B và C mỗi mức lại được chia nhỏ ra làm 2 mức B_1, B_2 và C_1, C_2. Các mức này được phân chia phụ thuộc vào số làn xe và dựa vào hệ số làm việc Z, tốc độ xe chạy lớn nhất (V_{max}, km/h) và lưu lượng xe chạy lớn nhất trong giờ cao điểm (N xcqd/h) như dưới đây.

Bảng 8.9

Mức độ thuận lợi	Tốc độ xe chạy lớn nhất (V_{max}, km/h)		Hệ số làm việc Z		Lưu lượng lớn nhất N (xcqd/h)	
	Số làn xe theo cả hai hướng					
	4	6	4	6	4	6
A	≥ 80	≥ 85				
B						
B_1	72	76	0,25- 0,45	0,3 - 0,5	1700	1900
B_2	60	63	0,45- 0,63	0,5 - 0,65	2350	3800
C						
C_1	48	52	0,63 - 0,85	0,65-0,85	3150	5000
C_2	42 - 48	49 -52	0,85 - 1	0,85-1	3700	5850
D	0,42	0,49	0,1	0,1	0 -3700	0 - 5850

Ở Việt Nam bằng thực nghiệm nghiên cứu trên một số các đường phố chính 4 làn xe của thành phố Hồ Chí Minh vào những năm 2002 - 2004 và đối chiếu các kết quả nghiên cứu của V.V.Xilianôv, A.N.Karsnhicôv (CHLB Nga), Đ.Driu (Mỹ) T.S Nguyễn Văn Hùng cùng với sự phân tích của tác giả đã đưa ra bảy phân loại mức độ thuận lợi dựa vào các thông số về vận tốc, lưu lượng và hệ số làm việc của dòng xe như bảng 8.10.

Tóm lại, những phương pháp đánh giá mức độ an toàn, thuận lợi được sử dụng trong thiết kế và khai thác đường ôtô, đường đô thị của các nước đã nghiên cứu và áp dụng mà chúng tôi đề cập trong chương này nhằm cung cấp cho độc giả những thông tin và những tiêu chuẩn về an toàn giao thông. Chúng ta có thể áp dụng các phương pháp này tuỳ thuộc vào điều kiện cụ thể để kiểm tra, thẩm định chất lượng của các đồ án thiết kế hay cải tạo, khai thác đường. Đồng thời cũng có thể sử dụng chúng làm phương pháp luận để nghiên cứu đưa ra những số liệu phù hợp với đặc điểm và điều kiện giao thông của nước ta.

Bảng 8.10

Mức độ thuận lợi	Vận tốc xe chạy lớn nhất, km/h	Hệ số làm việc (Z)	Lưu lượng xe chạy lớn nhất trên hai làn xe, xcqd/hướng/giờ	Đặc trưng của dòng xe	Trạng thái của dòng xe
A					
A_1	Không xác định	<0,27	850	Các phương tiện giao thông chuyển động trong điều kiện tự do, chúng không ảnh hưởng lẫn nhau	Tự do
A_2	38	<0,52	1630	Trong dòng xe có nhiều xe vượt và xuất hiện các nhóm phương tiện với vật tốc giống nhau	Gò bó một phần
B	35	<0,67	2300	Trong dòng xe xuất hiện các nhóm phương tiện giao thông riêng rẽ, có tác động lẫn nhau.	Gò bó
C					
C_1	32	<0,87	2600	Trong dòng xe việc vượt xe gặp khó khăn. Vận tốc của các xe chạy trong dòng xe chênh lệch không đáng kể.	Tiến dần đến trạng thái không ổn định. Nằm ở mức giới hạn của khả năng thông hành.
C_2	23	<1,0	3200	Tạo thành dòng xe chạy liên tục với vận tốc nhỏ	khả năng thông hành, chuyển sang trạng thái không ổn định
D	0; 20	0; 1	Thay đổi từ 0 đến 3100	Trong dòng xe xuất hiện ùn tắc giao thông	Bão hoà

Chương 9

PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ ĐƯỜNG ÔTÔ, ĐƯỜNG THÀNH PHỐ THEO QUAN ĐIỂM AN TOÀN XE CHẠY

9.1. SƠ ĐỒ THIẾT KẾ TUYẾN THEO CÁC TIÊU CHUẨN AN TOÀN GIAO THÔNG

9.1.1. Xác định các thành phần hệ số bám sử dụng để tính toán theo Tiêu chuẩn an toàn thứ III

Các tiêu chuẩn an toàn giao thông (ba tiêu chuẩn) nêu ra ở bảng 8.3 thuộc chương 8 ở trên được áp dụng để thiết kế các tuyến đường mới hay thiết kế cải tạo, nâng cấp các đường ôtô hiện hữu đang khai thác chính là thành quả đúc kết những nghiên cứu trong nhiều năm của nhiều nhà khoa học, nhiều cơ quan nghiên cứu giao thông ở các nước khác nhau (Anh, Mỹ, Đức, Nga, Thuỵ Điển, Thuỵ Sĩ, Hy Lạp, Úc, Canada, Hungary, CH Séc, Nhật, ...). Các tiêu chuẩn an toàn này được sử dụng rất phù hợp để thiết kế các yếu tố hình học cho các đường ôtô cấp cao (highway), đường cao tốc (expressway) và đường trục chính đô thị (major urban road).

Tiêu chuẩn về sự thay đổi độ ngoặt CCR_S được dựa trên cơ sở nghiên cứu phân tích các tai nạn giao thông trên các đường hiện hữu của Mỹ và CHLB Đức. Từ đó đưa ra được các trị số giới hạn của mức độ thay đổi độ ngoặt CCR_S của tuyến đường để phân loại thiết kế: tốt, xấu hay chấp nhận được.

Các kết quả khảo sát các tốc độ của ôtô trên đường khai thác thực tế (suất bảo đảm 85% - V_{85}) và khảo sát hệ số bám ngang (f_R) thực tế tại các đường cong nằm trên các tuyến đường phản ánh cách ứng xử ngoài thực tế của lái xe cũng như hiện trạng thực tế về hệ số bám của bánh xe với mặt đường tại các đường cong cũng như hệ số lực ngang đồng thời đối chiếu với tốc độ thiết kế (V_d) và hệ số bám ngang thiết kế cho phép rút ra được các tiêu chuẩn an toàn theo hiệu số chênh lệch giữa tốc độ thiết kế và tốc độ khai thác, giữa các tốc độ khai thác của hai đoạn tuyến liền kề cũng như sự thay đổi (biến động) cho phép của hệ số lực bám ngang khi thiết kế và khi khai thác thực tế tuyến đường.

Chúng ta cũng cần lưu ý rằng, trong lý thuyết "Thiết kế đường ôtô" thì bán kính đường cong nằm ứng với độ nghiêng siêu cao i_{sc}% được xác định theo công thức quen thuộc:

$$R = \frac{V^2}{127(\mu + i_{sc})} \quad (9.1)$$

Và để đảm bảo ôtô chạy trên đường cong không bị mất ổn định trượt thì lực ngang của ôtô phải không nhỏ hơn lực ngang xuất hiện. Nghĩa là phải thoả mãn điều kiện:

$$\varphi_n.G_b > Y \quad (9.2a)$$

Hay $$\varphi_n > \mu \quad (9.2b)$$

Trong đó:

φ_n - hệ số bám ngang;

μ - hệ số lực ngang.

Để xem xét ổn định chống trượt ngang của ôtô đi trên đường cong nằm ta lấy: $\mu = \varphi_n$. Và khi đó công thức 9.1 được viết lại:

$$R = \frac{V^2}{127(\varphi_n + i_{sc})} \quad (9.3)$$

Từ đây, để tiện lợi cho độc giả theo dõi, chúng tôi chuyển đổi ký hiệu cho thống nhất với các ký hiệu đã sử dụng của các nước khi thiết lập các tiêu chuẩn an toàn như sau:

f_R, f_t thay cho ký hiệu φ_n (hệ số bám ngang) và φ_d (hệ số bám dọc) và e thay cho ký hiệu i_{sc}.

Công thức 9.3 được viết lại:

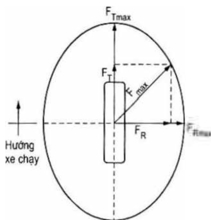
$$R = \frac{V^2}{127(f_R + e)} \quad (9.3a)$$

Chú ý rằng, hệ số bám tổng cộng $f^2 = f_R^2 + f_t^2$ và lực bám theo hướng dọc F_t, theo hướng ngang F_R được xác định theo các công thức (xem hình 9.1):

$$F_t = f_t.Q$$
$$F_R = f_R.Q \quad (9.4)$$

Với: Q - trọng lượng của ôtô (tải trọng truyền từ bánh xe xuống mặt đường).

Liên quan về mặt trị số tính toán giữa hệ số bám dọc (f_t) và hệ số bám ngang (f_R) thì theo



Hình 9.1

đề nghị của TS. A.V. Macarôv (Nga) nên chọn hệ số bám ngang $f_R = (0,6 \div 0,7)f$. Những kết quả nghiên cứu ở nam nước Mỹ, Đức, Pháp, Thuỵ Điển, Thuỵ Sỹ đã xác lập được mối quan hệ giữa hệ số bám dọc f_l với vận tốc thiết kế theo đường cong hồi quy có công thức sau:

$$f_l = 0,59 - 4,85.10^{-3} V_d + 1,51.10^{-5} V_d^2 \qquad (9.5)$$

Quan hệ 9.5 được biểu thị trên hình 9.2 là đường biểu thị các trị số trung bình được xử lý từ các số liệu quan trắc của năm nước nêu ở trên và hệ số bám ngang thiết kế f_{RA} được xác định từ hệ số bám dọc theo công thức:

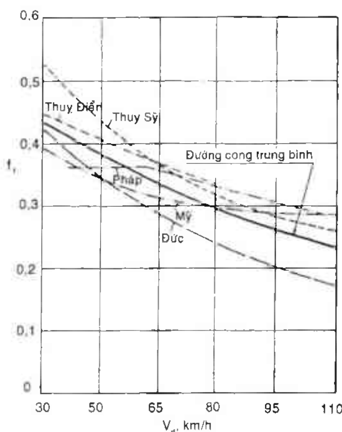
$$f_{RA} = n.0,925.f_l \qquad (9.6)$$

Trong đó: n là hệ số sử dụng phụ thuộc vào điều kiện địa hình đồ án được thiết kế mới hay thiết kế cải tạo các đường hiện có mà hệ số n có các trị số khác như sau:

n = 0,40 - đối với đồ án thiết kế mới qua vùng đồi, núi

n = 0,45 - đối với đồ án thiết kế mới cho vùng đồng bằng

n = 0,60 - đối với đường hiện có hay đồ án thiết kế cải tạo.



Hình 9.2

Còn với hệ số bám thực tế cần yêu cầu f_{RD} thì được xác định theo trị số tốc độ khai thác V_{85} từ các số liệu khảo sát tốc độ thực tế của dòng xe:

$$f_{RD} = \frac{V_{85}^2}{127R} - e \tag{9.7}$$

Các công thức từ 9.5, 9.6, 9.7 được sử dụng để tính toán xem xét chất lượng thiết kế cũng như chất lượng khai thác của các tuyến đường hiện hữu theo tiêu chuẩn an toàn thứ III đã nêu ở trên (xem bảng 8.3).

9.1.2. Sơ đồ thiết kế các yếu tố tuyến theo ba tiêu chuẩn an toàn

Ba tiêu chuẩn về an toàn giao thông đã trình bày chi tiết trong chương trước (xem mục 8.3 chương 8) được thiết lập nhằm các mục đích:

- Bảo đảm cho đồ án thiết kế phối hợp các yếu tố hình học (bình đồ, trắc dọc, trắc ngang ...) đạt chất lượng tốt không những thoả mãn các tiêu chuẩn ứng với mỗi cấp hạng kỹ thuật của đường mà còn thoả mãn yêu cầu về mặt an toàn xe chạy.

- Bảo đảm tuyến đường thiết kế sẽ đạt được tốc độ khai thác thực tế mong muốn (với xác suất bảo đảm 85%) của dòng xe chạy trên đường.

- Bảo đảm sao cho các phương tiện giao thông khi đi vào đường cong ổn định về mặt động học, ngăn ngừa xảy ra hiện tượng xe mất ổn định bị lật hoặc trượt ngang.

Các tiêu chuẩn này được áp dụng khi thiết kế tuyến mới hay cải tạo, nâng cấp các tuyến đường cũ sẽ nâng cao an toàn giao thông cho lái xe và hành khách, hạn chế những rủi ro đáng tiếc gây ra do tai nạn chạy xe trên đường. Điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với công việc thiết kế các đường ôtô cấp cao, đường cao tốc và các đường vành đai, các trục đường phố chính trong các đô thị lớn, vì trên các đường này tốc độ thiết kế (và do vậy, tốc độ xe chạy thực tế) của các xe chạy trong dòng thường đạt trị số lớn (trên dưới 100 km/h).

Hình 9.3 trình bày sơ đồ thiết kế tuyến đường với quan điểm an toàn xe chạy bằng cách áp dụng ba tiêu chuẩn an toàn (từ tiêu chuẩn I đến tiêu chuẩn III) phối hợp cùng các mặt an toàn khác. Trong đó:

<1> Lựa chọn tốc độ thiết kế (V_d): dựa vào chức năng, loại đường (đường ôtô, công cộng, đường cao tốc, đường thành phố), cấp hạng kỹ thuật cũng như các chỉ tiêu khác như khả năng thông hành, đặc trưng dòng xe ... để quyết định tốc độ thiết kế (V_d). Quy định này được đưa vào tiêu chuẩn "Thiết kế đường ôtô và đường đô thị" của mỗi nước.

<2>, <3>, <4>, <5>: là nội dung cơ bản để thiết kế các yếu tố hình học của tuyến (bình đồ, trắc dọc, trắc ngang). Trong quá trình thiết kế các yếu tố bình đồ, trắc dọc, trắc ngang cần phải xác định và kiểm tra các khoảng cách tầm nhìn.

<6> là giai đoạn cuối cùng để kiểm tra tuyến đường được thiết kế bằng cách dựng hình phối cảnh không gian (theo kích thước ba chiều - 3D).

Thiết kế mới
Phần:
- Mạng lưới đường
- Chức năng
- Loại đường
- Cấp đường

PHẦN THIẾT KẾ PHỐI HỢP

Thiết kế mới
Phần:
- Mặt cắt
- Mặt cắt tiêu chuẩn
- Năng lực thông hành
- Đặc trưng giao thông

<1> Lựa chọn tốc độ thiết kế (V_d)

Hồ sơ các mặt cắt đường hiện hữu

Nội dung thiết kế

<a> Phân tích đánh giá các đoạn thẳng phối hợp với các đường cong

BÌNH ĐỒ
Xác định:
- Chiều dài các đoạn thẳng (T)
- Bán kính đường cong R
- Các đường cong chuyển tiếp với thông số A

Nghiên cứu phối hợp bán kính giữa hai đường cong kề liền

Các hệ số lực ngang thiết kế áp dụng cho các đường cong nằm

<b> Xác định tốc độ khai thác V85
- Hệ số thay đổi độ ngoặt của các đường cong đơn CCR_S
- Bề rộng làn xe

<3> TRẮC DỌC
Xác định:
- Các độ dốc dọc (G)
- Bán kính đường cong đứng (lồi, lõm) ($R_{...}$, $R_{...}$)

Kiểm tra các tiêu chuẩn an toàn từ I đến III

TRẮC NGANG
Xác định:
- Trị số siêu cao trong các đường cong (e)
- Độ chênh cao tại cuối đoạn nâng siêu cao
- Mở rộng mặt đường

<f> Kiểm tra các tiêu chuẩn an toàn III

KHOẢNG CÁCH TẦM NHÌN
Xác định:
- Tầm nhìn một chiều (tầm nhìn dừng xe)
- Tầm nhìn vượt xe
- Phân tích các tầm nhìn

Xác định các hệ số bám dọc (f_t)

<6> THIẾT KẾ KHÔNG GIAN TUYẾN ĐƯỜNG
(theo kích thước 3D)

Hình 9.3: Sơ đồ thiết kế tuyến đường theo quan điểm an toàn giao thông.

Quá trình thiết kế bình đồ tuyến cần phải tiến hành nghiên cứu thực hiện các chi tiết <a>, <b>, <c>, <d> bao gồm:

<a> Lựa chọn, phân tích, đánh giá các đoạn thẳng phối hợp với đường cong tròn:

Các đoạn thẳng này bao gồm hai loại: đoạn thẳng ngắn chêm giữa hai đường cong tròn, gọi là *đoạn thẳng phụ thuộc* (non independent tangents) và đoạn thẳng dài giữa hai đường cong tròn gọi là *đoạn thẳng độc lập* (independent tangents).

Đoạn thẳng phụ thuộc có chiều dài ngắn. Chiều dài này không đủ để cho lái xe chuyển tốc độ khai thác V_{85} từ đường cong này sang đường cong khác đạt được độ chênh lệch tốc độ $\Delta V_{85} = \left|V_{85}^{(1)} - V_{85}^{(2)}\right| \leq 10\,\text{km/h}$ (hay ≤20km/h) theo tiêu chuẩn đạt thiết kế tốt hay chấp nhận được. Ngược lại đoạn thẳng độc lập là đoạn có chiều dài đáng kể bảo đảm cho loại xe có thể thay đổi tốc độ khai thác ΔV_{85} trong phạm vi chấp nhận được khi thực hiện tăng tốc hay giảm tốc.

Chiều dài các đoạn thẳng kết hợp giữa hai đường cong phụ thuộc vào tốc độ khai thác V_{85T} trên đường cong nằm và tốc độ khai thác V_{85T} của xe chạy trên đoạn thẳng. Các trị số của các đoạn thẳng khi tốc độ khai thác trên các đoạn này $V_{85T} < 105$km/h được nêu trong bảng 9.1 tuỳ thuộc vào tốc độ khai thác trên đường cong nằm thay đổi từ $V_{85} = 50 \div 80$ km/h và trên đoạn thẳng $V_{85T} = 70 \div 100$ km/h. Các trị số nằm trong khung đậm chữ nhật (theo đường chéo) trong hai bảng này là độ dài của các đoạn thẳng phụ thuộc (ký hiệu là TL_S).

Chiều dài các đoạn thẳng độc lập (ký hiệu là TL_I) ứng với V_{85T}<105 km/h là các trị số ghi trong cột (7) bảng 9.1, ứng với $V_{85T} \geq 105$km/h là các trị số ghi trong các cột (4) đến cột (7) của bảng 9.2.

Chiều dài các đoạn thẳng này được xác định dựa theo điều kiện lái xe cho ôtô tăng tốc và giảm tốc trên các đường thẳng và bảo đảm ổn định động học của các phương tiện giao thông ôtô đi vào đường cong (yếu tố thiết kế động học) từ các kết quả nghiên cứu của các nước Úc, Canada, Pháp, CHLB Đức, Hy Lạp, Lebanon (Libăng) và Mỹ.

Bảng 9.1. Liên hệ giữa chiều dài đoạn thẳng nối với các đường cong nằm khi $V_{85T} < 105$km/h

V_{85} trên đường cong, km/h	V_{85T} trên đoạn thẳng, km/h						
	70 (1)	75 (2)	80 (3)	85 (4)	90 (5)	95 (6)	100 (7)
50	**110**	140	175	215	255	295	340
55	-	**120**	155	190	230	270	315
60	-	-	**125**	165	205	245	290
65	-	-	-	**135**	175	220	260
70	-	-	-	-	**145**	185	235
75	-	-	-	-	-	**155**	200
80	-	-	-	-	-	-	**165**

Bảng 9.2: Liên hệ giữa chiều dài đoạn thẳng nối với các đường cong nằm khi $V_{85T} \geq 105$km/h

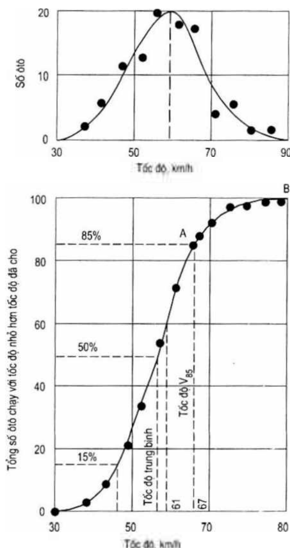
V_{85} trên đường cong, km/h	V_{85T} trên đoạn thẳng, km/h						
	90 (1)	95 (2)	100 (3)	105 (4)	110 (5)	115 (6)	120 (7)
70	**145**	185	230	280	325	380	430
75	-	**155**	200	245	295	345	400
80	-	-	**165**	210	260	310	365
85	-	-	-	**170**	220	270	325
90	-	-	-	-	**180**	235	285
95	-	-	-	-	-	**190**	245
100	-	-	-	-	-	-	**200**

<b> Xác định tốc độ khai thác với tần suất bảo đảm 85% (V_{85})

Đối với các tuyến đường ôtô, đường đô thị được thiết kế xây dựng mới có thể xác định tốc độ khai thác V_{85} dựa theo: tốc độ giới hạn và tốc độ thiết kế, hệ số thay đổi độ ngoặt của đường cong nằm CCR_S hay độ cong DC của đường cong nằm thiết kế trên từng đoạn tuyến. Các công thức xác định trị số CCR_S và DC được trình bày tương ứng với các trường hợp cụ thể (xem các hình ... thuộc chương 3). Trong điều kiện ngành GTVT của nước ta chưa có số liệu nghiên cứu, chúng ta có thể tham khảo các công thức xác định tốc độ khai thác V_{85} của các nước. Đó là các công thức đã nêu trong mục 3.7 thuộc chương 3.

Đối với tuyến đường hiện hữu đang khai thác cần phải thiết kế nâng cấp, cải tạo thì việc xác định tốc độ khai thác V_{85} trên từng đoạn của tuyến được thực hiện bằng phương pháp khảo sát đo tốc độ thực tế của dòng xe. Trên hình 9.4 trình bày cách xử lý kết quả quan trắc tốc độ thực tế của xe chạy để xác định tốc độ khai thác có suất bảo đảm yêu cầu 85% trên đường cong tích luỹ (hình 9.4b). Đường cong tích luỹ tốc độ có dạng hình chữ S, đoạn uốn dốc ở trên (đoạn AB) tách riêng phần còn lại của dòng xe không tuân theo quy luật chung.

Trị số tốc độ V_{85} xác định được sử dụng để vẽ biểu đồ tốc độ cho từng đoạn tuyến để thiết kế cải tạo các yếu tố hình học của đường. Như vậy, các ôtô đi với tốc độ lớn hơn bắt buộc phải tuân theo tốc độ khai thác chung của dòng xe.

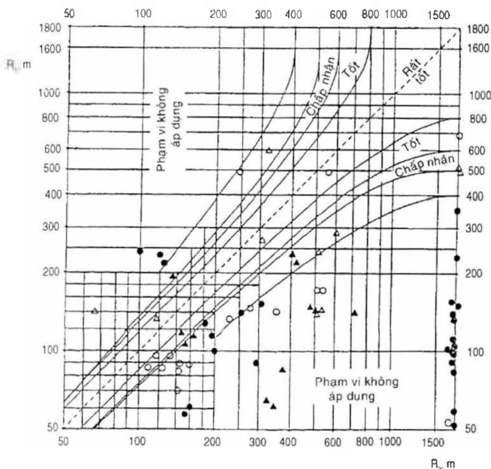


Hình 9.4

<c> Nghiên cứu phối hợp các bán kính của hai đường cong trên kề liền

Trong quá trình thiết kế bình đồ tuyến, khi thiết kế phối hợp giữa hai đường cong ngắn kề liền, các nước đã đưa vào các tiêu chuẩn an toàn I và II để lựa chọn cặp bán kính của hai đường cong (R_1, R_2) và mỗi nước đã xác lập được biểu đồ kết hợp hai đường cong. Trên các biểu đồ này đã giới hạn được ba vùng phối hợp hai bán kính tương ứng với các trường hợp thiết kế tốt, xấu và vùng chấp nhận được. Bạn đọc có thể tham khảo các biểu đồ trên các hình 8.8 đến hình 8.11 ở chương 8 được lập của các nước CHLB Đức, Mỹ, Úc, Canada. Ngoài ra, trên hình 9.5 dưới đây là biểu đồ liên hệ giữa sự phối hợp hai đường cong nằm với các kết quả khảo sát thực nghiệm về tai nạn giao thông của các tác giả Durth W., G. Weise, A.Bark, C.Lippold và A.Sossoumihen

(CHLB Đức) trên các đường nhóm A (có năm cấp từ AI đến AV với tốc độ thiết kế từ 120km/h đến 60km/h). Các tai nạn giao thông xảy ra trong trường hợp liên kết hai đường cong cùng chiều và trường hợp liên kết hai đường cong ngược chiều hoặc nối đường thẳng với đường cong.



Hình 9.5

o - các tai nạn giao thông xảy ra trên các đường cong phối hợp ngược chiều hay trên đoạn thẳng nối với đường cong ($\Delta V \le 5$ km/h, $V_{85} < 95$km/h)

• cũng như trên, với ($\Delta V > 5$ km/h, $V_{85} \lesseqgtr 95$km/h)

▲ - các tai nạn giao thông xảy ra trên các đường cong phối hợp cùng chiều.

<d> Hệ số lực ngang (f)

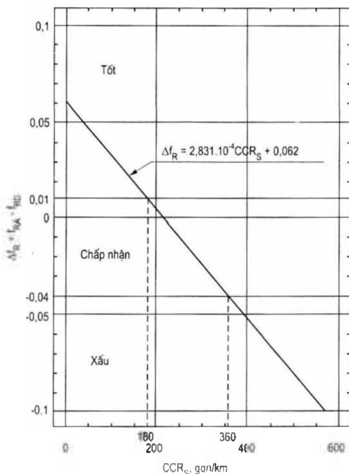
Để bảo đảm an toàn động học cho xe ôtô chạy trên các đường cong nằm có bố trí siêu cao (e%) không bị mất ổn định lật, trượt ngang thì khi xác định bán kính đường cong nằm ta chọn trị số giới hạn của hệ số lực ngang bằng hệ số bám ngang. Hệ số bám ngang của bánh xe và mặt đường thiết kế (f_{RA}) phải được lựa chọn sao cho độ chênh

lệch giữa trị số thiết kế và trị số hệ số bám ngang thực tế yêu cầu (f_{RD}) phải nằm trong phạm vi cho phép. Độ chênh lệch $\Delta f_R = f_{RA} - f_{RD}$ để đánh giá đồ án thiết kế đã được nêu ra trong tiêu chuẩn an toàn giao thông thứ III (xem chương 8).

Để thấy được mối quan hệ giữa hiệu số Δf_R với độ thay đổi độ ngoặt của đường cong CCR_S, ta có thể tham khảo phương trình sau:

$$\Delta f_R = f_{RA} - f_{RD} = -2,831.10^{-4}.CCR_S + 0,062 \qquad (9.8)$$

Phương trình 9.8 được lập trên cơ sở số liệu của 657 cuộc khảo sát thực nghiệm trên đường hai làn xe ở CHLB Đức và được thể hiện trên hình 9.6. Trên biểu đồ, đã kết hợp giữa các trị số độ chênh lệch hệ số bám Δf_R với các trị số hệ số thay đổi độ ngoặt CCR_S của đường cong để phân thành ba vùng đánh giá chất lượng của tuyến được thiết kế hay đang khai thác ở mức độ: tốt, xấu và chấp nhận được.



Hình 9.6

<i> Xác định các hệ số bám dọc (f_l):

Liên quan đến việc xác định tầm nhìn dừng xe hay tầm nhìn vượt xe trên đường là vấn đề lựa chọn xác định hệ số bám dọc f_l. Hệ số này được tính toán dựa theo công thức 9.5 đã nêu ở trên, phụ thuộc vào tốc độ thiết kế V_d; khi tốc độ thiết kế được lựa chọn tăng thì hệ số bám dọc f_l giảm (xem hình 9.2).

Trên các tuyến đường hiện hữu đang khai thác, các trị số hệ số bám dọc f_l trên từng đoạn phải được xác định bằng các kết quả quan trắc, đo đạc thực tế làm cơ sở đánh giá mức độ bảo đảm tầm nhìn trên đường.

Ngoài ra, do mối quan hệ giữa hệ số bám dọc và hệ số bám ngang nêu từ các số liệu của hệ số bám dọc f_l ta xác định được hệ số bám ngang (xem công thức 9.6) sử dụng để đánh giá độ ổn định ngang của các phương tiện giao thông đi trên các đường cong có trị số bán kính thiết kế R.

Việc kiểm tra các tiêu chuẩn an toàn giao thông trong quá trình thiết kế tuyến theo sơ đồ biểu thị trên hình 9.3 cho thấy cả ba tiêu chuẩn an toàn đều được xem xét khi thiết kế bình đồ tuyến cũng như phối hợp thiết kế giữa bình đồ và trắc dọc. Tiêu chuẩn an toàn thứ III (an toàn về mặt động học) được quan tâm khi lựa chọn thiết kế các thông số của đường cong nằm và khoảng cách tầm nhìn trên đường.

Giai đoạn cuối cùng của đồ án thiết kế tuyến <6> nhằm thể hiện tuyến trong không gian để kiểm tra độ bằng phẳng, êm thuận về mặt thụ cảm quang học của lái xe và những người tham gia giao thông. Nhờ biểu thị hình ảnh không gian của tuyến giúp người thiết kế phát hiện các điểm gãy, các vị trí tuyến có tầm nhìn chưa tốt, các chỗ ngoặt gấp để chỉnh sửa cho tuyến đều đặn, đạt yêu cầu cả về mặt cảm thụ thị giác lẫn yêu cầu thẩm mỹ của con đường.

Phương pháp thiết kế kiến trúc, cảnh quan, không gian đường ôtô và đường đô thị sẽ giúp cho các nhà thiết kế cầu đường thực hiện được nội dung cuối cùng này.

9.2. THIẾT KẾ PHỐI HỢP CÁC YẾU TỐ TUYẾN TRÊN BÌNH ĐỒ

Sử dụng các tiêu chuẩn an toàn để thiết kế bình đồ tuyến bao gồm những vấn đề cơ bản cần được xem xét như sau:

- Lựa chọn các trị số tiêu chuẩn của các đoạn thẳng và phối hợp thiết kế giữa các đoạn thẳng với các đường cong nằm.
- Xác định trị số giới hạn tối thiểu của bán kính đường cong nằm.
- Định giới hạn sử dụng thông số A của đường cong chuyển tiếp clothoid và các trường hợp kết hợp các đường cong chuyển tiếp này.
- Thiết kế phối hợp trực tiếp các đường cong nằm.

Dưới đây trình bày cụ thể các vấn đề trên:

9.2.1. Thiết kế các đoạn thẳng của tuyến đường

9.2.1.1. Xác định các hệ số giới hạn của đoạn thẳng

Như đã trình bày trong chương 3 ảnh hưởng của việc bố trí các đường thẳng đến an toàn giao thông cho thấy rõ, mặc dầu thiết kế các đoạn đường thẳng dài có ưu điểm trên các địa hình bằng phẳng ở vùng đồng bằng, bảo đảm tuyến có tầm nhìn tốt khi vượt xe trên các đường ôtô có hai làn nhưng nếu đoạn thẳng quá dài khiến lái xe dễ chủ quan, buồn ngủ và mệt mỏi; đoạn thẳng dài còn nguy hiểm cho các ôtô đi vào ban đêm do lái xe bị chói mắt khi gặp đèn pha của ôtô đi ngược chiều. Ngoài ra, đoạn thẳng dài đặc biệt bất lợi và mất an toàn do lái xe thường cho xe chạy với tốc độ cao vượt quá tốc độ cho phép khiến lái xe xử lý không kịp khi gặp sự cố đột ngột, bất ngờ; đồng thời rất khó khăn để ước lượng được khoảng cách và tốc độ an toàn của các xe khi "phóng" đến gần nhau.

Vì vậy, cần thiết phải đưa ra các giới hạn về chiều dài các đoạn thẳng thiết kế để bảo đảm an toàn cho xe chạy như sau:

Chiều dài lớn nhất của đoạn thẳng thiết kế L_{max} cho các đường ôtô thuộc nhóm A (có tốc độ thiết kế từ 60 - 120km/h) được xác định từ điều kiện nguy hiểm do chói loá ánh đèn pha của xe đi ngược chiều được các nước quy định không vượt quá 20 lần tốc độ thiết kế (L_{max} không vượt quá $20.V_d$). Quy định này dựa trên cơ sở các kết quả thực nghiệm của CHLB Đức.

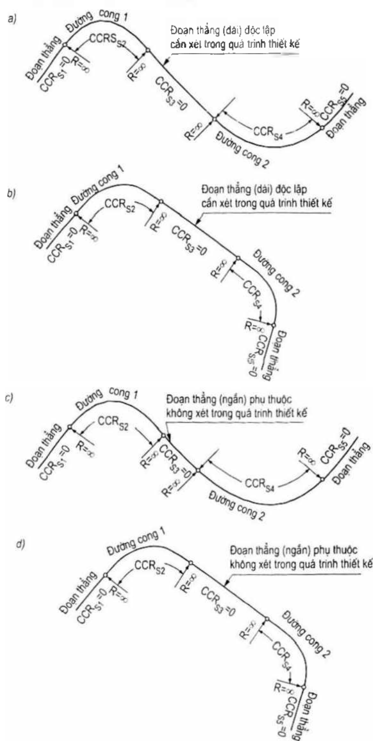
Chiều dài tối thiểu của các đoạn thẳng ngắn (đoạn thẳng phụ thuộc - nonindependents) không được vượt quá các trị số đã nêu trong các bảng 9.1 và bảng 9.2 ở trên. Để đảm bảo tầm nhìn vượt xe thì chiều dài đoạn thẳng phụ thuộc có thể lớn hơn 600m nhưng phải nhỏ hơn 1000m. Đối với đường nhóm A không nên bố trí đoạn thẳng ngắn giữa hai đường cong cùng chiều, nếu buộc phải bố trí thì chiều dài tối thiểu của đoạn thẳng này phải xấp xỉ bằng sáu lần tốc độ thiết kế để bảo đảm về mặt thụ cảm thị giác quang học ($TL_{Smin} \cong 6.V_d$).

Việc kết hợp thiết kế các đoạn thẳng với các đường cong tròn và đường cong chuyển tiếp được xem xét cùng với thiết kế các yếu tố trắc dọc có thể đạt được hiệu quả tốt cho thiết kế không gian của tuyến đường.

9.2.1.1. Thiết kế phối hợp đoạn thẳng giữa hai đường cong nằm

Các trường hợp thiết kế phối hợp đoạn thẳng giữa hai đường cong cùng chiều hoặc ngược chiều được trình bày trên hình 9.7 trong đó hai trường hợp (a) và (b) đoạn thẳng kết hợp là đoạn thẳng dài (độc lập) cần phải xem xét ảnh hưởng của nó đến an toàn xe chạy; còn lại hai trường hợp (c) và (d) là sự phối hợp đoạn thẳng ngắn (phụ thuộc) với hai đường cong nằm. Hai trường hợp này do đoạn thẳng phụ thuộc có chiều dài ngắn nên có thể bỏ qua ảnh hưởng của nó trong quá trình thiết kế.

Thiết kế phối hợp đoạn thẳng giữa hai đường cong cùng chiều hay ngược chiều theo quan điểm an toàn chạy xe được xem xét kết hợp với biểu đồ vận tốc khai thác V_{85} được vẽ trên trắc dọc. Có ba trường hợp thường gặp khi thiết kế như sau:



Hình 9.7

Trường hợp 1: Chiều dài đoạn thẳng thiết kế (TL) giữa hai đường cong nhỏ hơn chiều dài đoạn thẳng (ngắn) phụ thuộc TL_S được ghi trong bảng 9.1 hoặc 9.2 tức là:

$$TL \leq TL_S \tag{9.9}$$

Trị số đoạn thẳng ngắn phụ thuộc được tính theo chiều dài tăng tốc hay giảm tốc của xe đi với tốc độ khai thác. Công thức xác định chiều dài tăng tốc (hoặc giảm tốc được tính theo mô hình xe bám xe (car - following) của lý thuyết dòng xe (traffic theory) như sau:

$$TL = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{26.a} \tag{9.10}$$

Trong đó: a - gia tốc (tăng hoặc giảm), m/s².

Hình 9.8 trình bày trường hợp 1, trong đó đoạn thẳng S_{11} - S_{12} là đoạn thẳng phụ thuộc.

Từ hình 9.8 thấy rõ trên đoạn thẳng ngắn (S_{11}, S_{12}) ôtô không đạt được vận tốc khai thác cân bằng do có chiều dài thiết kế nhỏ hơn chiều dài giảm tốc khi xe đi vào đường cong 2 có vận tốc khai thác V_{85_2} nhỏ hơn vận tốc khai thác trên đường cong 1 ($V_{85_2} < V_{85_1}$). Vì thế, ta chỉ xét độ chênh lệch tốc độ khai thác giữa hai đường cong $\Delta V = \left|V_{85_1} - V_{85_2}\right|$ để đánh giá an toàn và ảnh hưởng của đoạn thẳng ngắn chêm giữa.

Ví dụ 1: Trên một tuyến đường hiện đang khai thác, tại một đoạn đường được xây dựng kết hợp một đoạn đường dài TL = 120m giữa 2 đường cong có hệ số thay đổi độ ngoặt CCR_S và tốc độ khai thác V_{85} xác định kết quả khảo sát như sau:

Đường cong 1: CCR_{S1} = 90 gon/km (hoặc 81°/km)

$$V_{85_1} = 92\text{km/h}$$

Đường cong 2: CCR_{S1} = 240 gon/km(hoặc 216°/km)

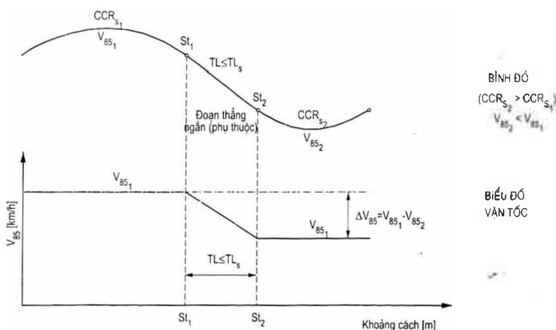
$$V_{85_1} = 82\text{km/h}$$

Từ bảng 9.1 chỉ cho V_{85} lớn nhất trên đường cong là 80km/h, do đó ta lấy trị số này ứng với tốc độ khai thác trên đường thẳng V_{85T} = 100km/h để xác định chiều dài đoạn thẳng TL_S =165m. Trị số này nằm trong khung là đoạn thẳng phụ thuộc ngắn nhất.

Vì: TL = 120m < TL_S =165m nên đoạn thẳng này là đoạn thẳng phụ thuộc và ta chỉ xét hiệu số tốc độ khai thác giữa 2 đường cong:

$$\Delta V = \left|V_{85_1} - V_{85_2}\right| = |92 - 82| = 10\text{km/h}$$

Kết luận: đoạn tuyến này được xây dựng đã đạt thiết kế tốt (thỏa mãn tiêu chuẩn an toàn thứ II về biến thiên tốc độ giữa 2 đường cong được bố trí liền nhau).



Hình 9.8

St - vị trí;

TL - chiều dài đoạn thẳng thiết kế (hoặc đoạn thẳng hiện hữu), m;

TL_S - đoạn thẳng ngắn, khoảng cách để tăng tốc (hay giảm tốc) giữa đường cong 1 và đường cong 2, m;

$CCR_{S1,2}$ - mức độ thay đổi độ ngoặt của đường cong 1 và đường cong 2, gon/km;

$V_{85_{1,2}}$ - tốc độ khai thác trên đường cong 1 và 2, km/h.

Trường hợp 2: Chiều dài đoạn thẳng hiện hữu (hay được thiết kế) có trị số lớn hơn hoặc bằng hai lần chiều dài để tăng tốc (hoặc giảm tốc). Tức là:

$$TL \geq 2TL_L \qquad (9.11)$$

Trên hình 9.9 cho thấy đoạn thẳng ở giữa hai đường cong có chiều dài $TL \geq 2TL_L$. Chiều dài này cho phép ô tô đi với vận tốc V_{85_1} từ đường cong 1 có đủ khả năng để tăng tốc đạt vận tốc cân bằng tại mặt cắt "i" trên đường thẳng V_{85} và giảm tốc xuống bằng tốc độ khai thác trên đường cong 2 (V_{85_2}).

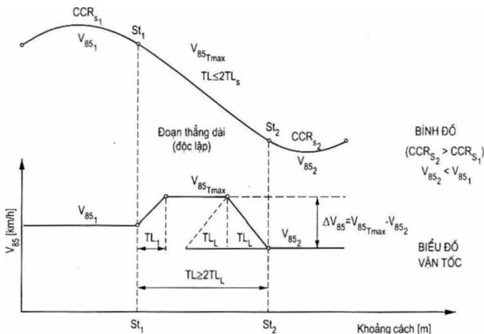
Trong trường hợp này đoạn thẳng được coi là đoạn thẳng độc lập với tốc độ khai thác trên đường thẳng V_{85_i} < 105km/h được nhiều nước đánh giá tốt và chiều dài đoạn thẳng này được xác định từ cột (7) của bảng 9.1. Trong các trường hợp khác (V_{85_i} > 105km/h) chiều dài đoạn thẳng được xác định từ cột (4) đến cột (7) của bảng 9.2. Kiểm tra tiêu chuẩn an toàn khi thiết kế theo điều kiện đoạn thẳng liên kết với đoạn cong.

Ví dụ 2: Quan trắc của 1 đoạn thẳng trên đường ôtô được xây dựng theo trường hợp 2 (xem hình 9.9) được các số liệu sau:

- Đoạn thẳng có: Chiều dài TL = 850m, CCR_S = 0gon/km, V_{85Tmax} = 120km/h

- Đường cong 1: CCR_{S1}=180gon/km; V_{85_1} = 103km/h

- Đường cong 2: CCR_{S2} = 520gon/km; V_{85_2} = 80km/h



Hình 9.9

TL_L - chiều dài đoạn giới hạn để tăng tốc (hoặc giảm tốc), khoảng cách giữa đoạn thẳng độc lập và đường cong 2, m;

TL_i - khoảng cách đi qua mặt cắt i khi tăng tốc (hay giảm tốc), m;

V_{85Tmax} - tốc độ khai thác lớn nhất trên đoạn thẳng, km/h.

Vì V_{85Tmax} =120km/h > 105km/h nên sử dụng bảng 9.2 để xác định chiều dài đoạn thẳng.

Tại đường cong 2 có CCR_{S2} = 520 gon/km (rất lớn!). Từ tốc độ khai thác của đường cong 2 V_{85_2} =80km/h tra ở cột (7) ứng với V_{85_T} = 120km/h ta được chiều dài đoạn tăng tốc (hay giảm tốc) từ 80km/h đến 120km/h là TL_L = 365m

Như vậy TL = 850m > $2TL_L$ = (2.365m = 730m) nên đoạn thẳng này là đoạn thẳng độc lập và ta kiểm tra đánh giá an toàn theo tiêu chuẩn 2 của quá trình thiết kế theo trình tự chuyển tiếp từ đường thẳng sang các đường cong nằm ở phía trước và phía sau:

- Giữa đường cong 1 và đường thẳng: $\left|V_{85_1} - V_{85_{Tmax}}\right| = \left|103 - 120\right| = 17$ km/h

- Giữa đường thẳng độc lập với đường cong 2:

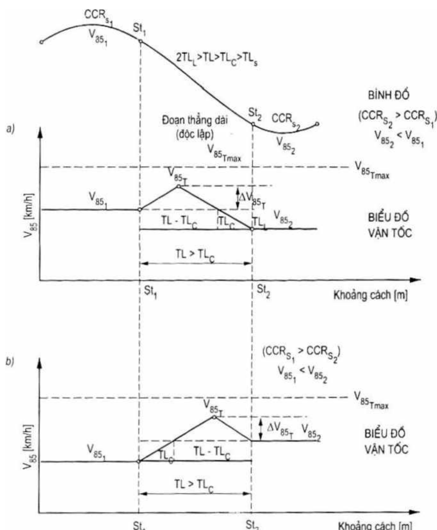
$$\left|V_{85Tmax} - V_{85_2}\right| = \left|120 - 80\right| = 40 \text{ km/h}$$

Kết luận:

Nối tiếp giữa đường cong 1 với đường thẳng thiết kế đạt yêu cầu (chấp nhận được) vì: $10km/h < \Delta V_{85} = 17km/h < 20km/h$

Nối tiếp đường thẳng với đường cong 2 thiết kế không đạt yêu cầu (chất lượng xấu) vì: $\Delta V_{85} = 40km/h > 20km/h$

Trường hợp 3: Trường hợp này xảy ra khi chiều dài đoạn thẳng đủ để tăng tốc nhưng không đủ cho lái xe điều khiển trên đoạn thẳng với vận tốc $V_{85_{Tmax}}$ (xem hình 9.10).



Hình 9.10

TL_C - đoạn tăng tốc hay giảm tốc giữa đường cong 1 và 2, m;

V_{85_T} - tốc độ khai thác trên đoạn thẳng, km/h;

ΔV_{85_T} - chênh lệch giữa tốc độ khai thác trên đường cong (có trị số thấp) với tốc độ khai thác đạt được (tại 1 mặt cắt) trên đoạn thẳng.

Chiều dài đoạn thẳng lớn hơn chiều dài đoạn tăng tốc hay giảm tốc (TL_C) giữa hai đường cong 1 và 2 ($TL > TL_C$).

Nghĩa là: $2TL_L > TL > TL_C \geq TL_S$ (9.12)

Điều kiện giới hạn là: $TL_S = TL_C$ hay $TL_C = TL_L$

Trong trường hợp này dựa trên cơ sở trị số nêu trong bảng 9.1 và bảng 9.2 để đánh giá an toàn là chưa đủ mà cần phải tính toán thêm.

Đường thẳng nối giữa hai đường cong trong trường hợp này là một đoạn thẳng độc lập và để đánh giá an toàn theo tiêu chuẩn II thì quá trình thiết kế được kiểm tra theo cách kết hợp giữa đoạn thẳng với đường cong và đường cong với đoạn thẳng. Cụ thể là:

$$\Delta V_{85} = \left| V_{85_T} - V_{85_2} \right| \text{ (theo hình 9.10a)}$$

Và $$\Delta V_{85} = \left| V_{85_T} - V_{85_1} \right| \text{ (theo hình 9.10b)}$$

Trị số ΔV_{85_T} được tính theo công thức:

$$\Delta V_{85_T} = \frac{-2.V_{85_1} + \left[4V_{85_1}^2 + 44,06.(TL - TL_C)\right]^{1/2}}{2} \quad (9.13)$$

Trong công thức 9.13 nếu $TL_C > TL$ thì $\Delta V_{85_T} = 0$ km/h.

Ví dụ 3a: (xem hình 9.10a) Một đoạn tuyến thiết kế phối hợp 1 đoạn thẳng dài TL = 320m với 2 đường cong có:

CCR_{S1} = 219 gon/km và V_{85_1} = 83km/h

CCR_{S2} = 818 gon/km và V_{85_2} = 53km/h

Trong bảng 9.1 chỉ có trị số V_{85} trên đường cong là 55km/h và ứng với V_{85}=55km/h thì chiều dài lớn nhất của đoạn thẳng ngắn phụ thuộc có trị số là 120m (cột 2).

Tính chiều dài đoạn tăng tốc (hay giảm tốc) TLc giữa đường cong 1 và đường cong 2:

$$TL_C = \frac{V_{851}^2 - V_{852}^2}{26.a} \text{ với } a = 0,85 \text{ m/s}^2$$

Thì: $$TL_C = \frac{83^2 - 53^2}{22.03} = 186\text{m}$$

Hiệu số giữa chiều dài đoạn thẳng và chiều dài đoạn chuyển tốc bằng:

$TL - TL_C$ = 320m - 186m =134m.

Nghĩa là lái xe có thể thực hiện tăng tốc (hay giảm tốc) trên đoạn đường thẳng này (loại trừ trường hợp $CCR_{S1} = CCR_{S2}$ dẫn đến $V_{85_1} = V_{85_2}$ và $TL_C = 0$, xe chạy trên 2 đường cong có tốc độ khai thác như nhau).

Xác định độ chênh lệch tốc độ khai thác trên đoạn đường thẳng theo công thức 9.13:

$$\Delta V_{85_T} = \frac{-2.83 + \left[4.83^2 + 44,06.(320 - 186)\right]^{1/2}}{2} = 8km/h$$

Tốc độ khai thác trên đoạn thẳng theo cả 2 hướng sẽ là:

$$V_{85_T} = V_{85_1} + \Delta V_{85_T} = 83 + 8 = 91km/h$$

Và khi đoạn thẳng nối vào đường cong 1:

$$\Delta V_{85} = |91 - 83| = 8km/h$$

Khi đoạn thẳng nối vào đường cong 2:

$$\Delta V_{85} = |91 - 53| = 38km/h$$

Kết luận: Theo tiêu chuẩn an toàn II thì đoạn thẳng nối với đường cong 1 đạt kết quả *thiết kế tốt* vì ΔV_{85} = 8km/h < 10km/h và đường thẳng nối vào đường cong 2 thiết kế *không đạt yêu cầu* (ΔV_{85} = 38km/h > 20km/h)

Ví dụ 3b: (xem hình 9.10b): Xem xét chất lượng đoạn đường của tuyến đang khai thác được thiết kế theo trường hợp 3b từ các số liệu khảo sát được như sau:

- Chiều dài đoạn thẳng hiện hữu TL = 240m.
- Các đường cong: Số 1: CCR_{S1} = 880gon/km, V_{85_1} = 50km/h.

Số 2: CCR_{S2} = 680gon/km, V_{85_2} = 60km/h.

Tra bảng 9.1 ứng với tốc độ khai thác trên đường cong V_{85}=50km/h chiều dài lớn nhất của đoạn thẳng ngắn phụ thuộc bằng 110m

Vì TL = 240m > 110m nên đoạn thẳng này được đánh giá là đoạn thẳng độc lập.

Từ hình 9.10b xác định chiều dài đoạn giảm tốc giữa 2 đường cong 1 và 2 là:

$$TL_C = \frac{V_{851}^2 - V_{852}^2}{26.a} \quad \text{với } a = 0,85 \text{ m/s}^2$$

$$TL_C = \frac{60^2 - 50^2}{22.03} = 50m$$

Chênh lệch giữa chiều dài đoạn thẳng hiện có với chiều dài đoạn giảm tốc bằng:

$$TL - TL_S = 240 - 50 = 190m$$

Tính độ chênh lệch tốc độ khai thác trên đoạn đường thẳng theo công thức 9.13:

$$\Delta V_{85_T} = \frac{-2.60 + \left[4.60^2 + 44,06.(240 - 50)\right]^{1/2}}{2} = 16km/h$$

Tốc độ khai thác trên đoạn đường thẳng được xác định từ tốc độ khai thác của đường cong 2 có trị số $CCR_{S2} < CCR_{S1}$:

$$V_{85_T} = V_{85_1} + \Delta V_{85_T} = 60 + 16 = 76 \text{km/h}$$

Như vậy: Khi đoạn thẳng nối với đường cong đứng 1 ta có:

$$\Delta V_{85} = | 76 - 501 | = 26 \text{km/h}$$

Khi đoạn thẳng nối với đường cong 2 ta có:

$$\Delta V_{85} = | 76 - 60 | = 16 \text{km/h}$$

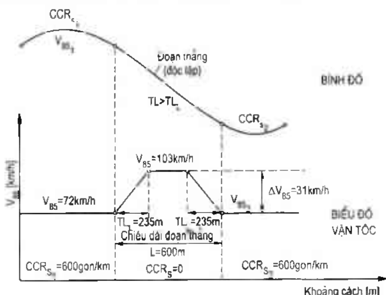
Kết luận: Đoạn xây dựng đường cong 1 nối với đường thẳng không bảo đảm an toàn, cần thiết phải cải tạo đường cong 1 vì $\Delta V_{85} = 26$km/h > 20km/h (tiêu chuẩn an toàn II).

Đoạn nối đường thẳng với đường cong 2 có thể chấp nhận được, vì:

$$10 \text{km/h} < \Delta V_{85} = 16 \text{km/h} < 20 \text{km/h}$$

Có thể nêu ra dưới đây để bạn đọc tham khảo về một trường hợp thiết kế phối hợp không tốt giữa một đoạn thẳng dài nối với hai đường cong không đạt yêu cầu về mặt an toàn xe chạy, mặc dầu tưởng rằng với tốc độ khai thác đạt được trên đường cong và trên đường thẳng khá cao (trên đường cong $V_{85} = 72$km/h và trên đoạn thẳng $V_{85_T} = 103$km/h) thì đồ án thiết kế đạt chất lượng tốt.

Trên hình 9.11 cho thấy hai đường cong đều có $CCR_S = 600$ gon/km và tốc độ khai thác $V_{85_1} = V_{85_2} = 72$km/h. Tốc độ khai thác của ô tô trên đoạn thẳng $V_{85_T} = 103$km/h. Chiều dài đoạn cần thiết để tăng tốc tra theo bảng 9.1 là $TL_L = 235$m.



Hình 9.11: *Ví dụ về một đoạn thiết kế không tốt (không đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn an toàn thứ II)*

Vì chiều dài đoạn thẳng thiết kế TL = 600m nên:

$$TL > 2.TL_L$$

$$600m > 2.235 = 470m$$

Đường thẳng ở giữa là đoạn thẳng dài, độc lập và đoạn đường thiết kế rơi vào trường hợp 2. Do vậy, vẫn đúng nếu sử dụng bảng 9.2 ứng với vận tốc khai thác trên đường cong V_{85} = 70km/h và V_{85_T} =105km/h để tra ra TL_L = 280m. Khi đó vẫn thoả mãn điều kiện: 600m > 2.280 = 560m

Độ chênh lệch tốc độ: ΔV_{85} = |103 - 72| = 31km/h

Rõ ràng theo tiêu chuẩn an toàn thứ II thì đoạn này của đồ án thiết kế hoàn toàn không đạt yêu cầu, vì ΔV_{85} = 31km/h > 20km/h.

Bảng 9.3 tổng kết các công thức tính toán của 3 trường hợp thiết kế nối các đoạn thẳng độc lập hay phụ thuộc với các đường cong nằm để đánh giá chất lượng thiết kế bình đồ tuyến thông qua tiêu chuẩn an toàn thứ II.

Bảng 9.3

Các trường hợp	Điều kiện	Phương trình	Kết quả dựa theo V_{85Tmax}
1 (đoạn thẳng phụ thuộc)	$TL \le TL_S$	$TL_S = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{25,92.a}$ (9.14) $V_{85_1} > V_{85_2}$	Không đạt tới V_{85Tmax}
2 (đoạn thẳng độc lập)	$TL > 2TL_L$	$TL_L = \frac{V_{85Tmax}^2 - V_{85_2}^2}{25,92.a}$ (9.15) $TL_1 = \frac{V_{85Tmax}^2 - V_{85_1}^2}{25,92.a}$ (9.16) $V_{85_1} > V_{85_2}$	Đạt tới và duy trì được tốc độ V_{85Tmax}, sau đó đạt tới nhưng không duy trì V_{85Tmax}
3 (đoạn thẳng độc lập)	$TL < 2TL_L$ $TL > TL_C$ $\ge TL_S$ (hình 9.9a và 9.9b) (thay thế V_{851} bằng V_{852})	$TL_C = \frac{V_{85_1}^2 - V_{85_2}^2}{25,92.a}$ (9.17) $V_{85_F} = V_{85_1} + \Delta V_{85_F}$ (9.18) $\Delta V_{85_F} = \frac{-2.V_{85_1} + \left[4V_{851}^2 + 44,06.(TL - TL_C)\right]^{1/2}}{2}$ (theo công thức 9.13) $V_{85_1} > V_{852}$ *Chú ý: khi tính toán V_{85F} phải lựa chọn đường cong có trị số CCR_S thấp*	Không đạt tới tốc độ V_{85Tmax}

9.2.2. Thiết kế đường cong nằm

9.2.2.1. Lựa chọn bán kính đường cong nằm

Thiết kế đường cong nằm bao gồm: lựa chọn bán kính đường cong cùng với các thông số của chúng; bố trí kết hợp các đường cong với nhau.

Theo quan điểm an toàn cho xe chạy thì việc lựa chọn bán kính cũng như kết hợp các bán kính đường cong nằm trên bình đồ đều phải thoả mãn các tiêu chuẩn an toàn (ba tiêu chuẩn).

Đường cong được thiết kế với bán kính lớn sẽ tạo khả năng để xe chạy có tốc độ khai thác V_{85} cân bằng với tốc độ thiết kế ($V_d \cong V_{85}$) và đạt được chất lượng thiết kế tốt theo các tiêu chuẩn an toàn từ I đến III. Nhưng cũng cần hiểu rằng các đường cong có bán kính rất lớn có thể sẽ thuận lợi hay không thuận lợi khi áp dụng các đoạn thẳng dài độc lập.

Các đường cong ngắn đặt giữa hai đoạn thẳng dài sẽ làm xuất hiện một đoạn thắt lại của đường. Do đó, theo quan điểm an toàn sẽ không được chấp nhận khi thiết kế. Khi góc giữa hai đoạn thẳng $\alpha < 8^o$ thì chiều dài của đường cong K không được nhỏ hơn 200m. Ở Úc quy định trị số K không nhỏ hơn 500m.

Việc lựa chọn bán kính cong R trên bình đồ sẽ quyết định hoặc ảnh hưởng lớn đến tốc độ khai thác V_{85} cũng như mức độ thay đổi tốc độ giữa các đoạn đường,độ chênh lệch giữa tốc độ thiết kế và tốc độ xe chạy thực tế. Bán kính và các thông số của đường cong sẽ xác định các chỉ tiêu về độ cong (DC), mức độ thay đổi độ ngoặt (CCR_S) và các trị số siêu cao (e%), hệ số lực ngang (f_R) được lựa chọn khi thiết kế. Ngược lại với các chỉ tiêu về an toàn giao thông người ta có thể đưa ra các quy định để lựa chọn các trị số bán kính tối thiểu, phương pháp bố trí kết hợp với các đường cong tròn v.v...

Ví dụ như, dựa vào các kết quả khảo sát về tai nạn giao thông trên các đường hai làn xe, ở các nước người ta đã rút ra kết luận: khi chỉ tiêu CCR_S > 360 gon/km tương ứng có bán kính R < 175m thì điều kiện an toàn là rất xấu, và CCR_S =180-360 gm/km ứng với các đường cong có bán kính R=175-350m thì vấn đề an toàn xe chạy có thể chấp nhận được, an toàn giao thông được bảo đảm tốt nhất khi CCR_S < 180gon/km với R > 350m.

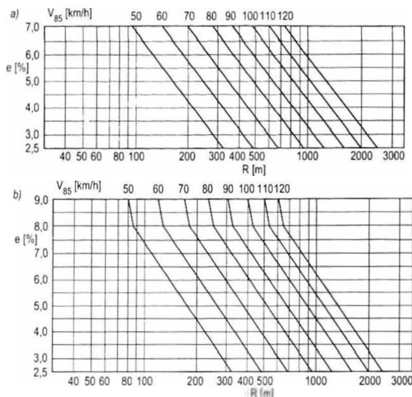
Trên các đường ôtô và đường ngoại ô thành phố bán kính tối thiểu của đường cong tròn được xác định trên cơ sở xem xét khả năng động học của ôtô. Bán kính tối thiểu được lựa chọn theo tiêu chuẩn an toàn I với sự phù hợp với tốc độ thiết kế V_d và được ghi trong bảng 9.4 phụ thuộc vào loại đường. Trong đó bán kính R_{min} của đường ôtô ứng với độ dốc siêu cao e% = 8-9%, hệ số sử dụng lực bám n = 0,45, của đường ngoại ô thành phố e% =7 % và n = 0.4.

Bảng 9.4: Bán kính tối thiểu R_{min}(m)

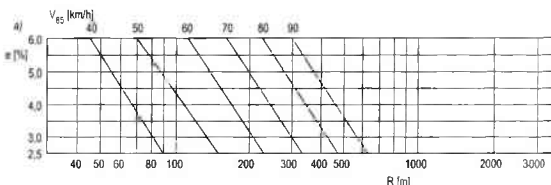
V_d (km/h)	Đường ôtô (nhóm A)		V_d (km/h)	Đường ngoại ô thành phố (nhóm B)
	Đồng bằng	Đồi núi	40	45
50	85	95	50	70
60	125	140	60	110
80	250	280	70	160
100	425	480*	80	225
120	650	740*	90	300

* Không áp dụng trên đường có độ dốc dọc lớn

Nếu sử dụng các trị số bán kính tối thiểu R_{min} nêu trong bảng 9.4 để thiết kế phối hợp hai đường cong có thể không thoả mãn cả ba tiêu chuẩn an toàn (xem bảng 8.3 và các biểu đồ từ 8.8 đến 8.11 trong chương 8). Vì thế trong thực tế có thể lựa chọn bán kính lớn hơn bán kính tối thiểu bằng cách thay đổi độ dốc siêu cao (e%). Mối quan hệ giữa bán kính R của đường cong tròn với các trị số độ dốc siêu cao (e%) khác nhau phụ thuộc vào hệ số sử dụng hệ số bám n (xem công thức 9.6) sử dụng để thiết kế đường ôtô được trình bày trên hình 9.12a và 9.12b, và sử dụng để thiết kế đường đô thị ở ngoại ô thành phố trình bày trên hình 9.13).



Hình 9.12: a) e_{max} = 7% n = 0,40; e_{min} = 2,5%; n = 0,40;
b) e_{max} = 8(9)% n = 0,45; e_{min} = 2,5%; n = 0,10



Hình 9.13: *e_{max} = 6% n = 0,60; e_{min} = 2,5% n = 0,30*

Ngoài những quy định về trị số bán kính đường cong nằm tối thiểu R_{min} thì đường cong phải có chiều dài đủ để có thể cho lái xe cho ôtô đi qua đường cong với tốc độ thiết kế. Muốn vậy, chiều dài tối thiểu của đường cong phải tương ứng với thời gian xe chạy lớn hơn 2 giây ($K_{min} \geq \frac{2.V_d}{3,6}$ với V tính bằng km/h).

Phụ thuộc vào tốc độ thiết kế V_d, chiều dài tối thiểu của đường cong tròn được ghi trong bảng 9.5 dưới đây.

Bảng 9.5

Tốc độ thiết kế V_d (km/h)	Chiều dài đường cong tròn K_{min} (m)
50	30
60	35
70	40
80	45
90	50
100	55
120	65

Khi liên kết các đoạn thẳng dài (độc lập) với đường cong chuyển tiếp và đường cong tròn (Đoạn thẳng - đường cong chuyển tiếp - đường cong tròn) thì bán kính tối thiểu của đường cong tròn được xác định phụ thuộc vào tốc độ khai thác trên đoạn đường thẳng V_{85T} như sau:

Bảng 9.6

Tốc độ khai thác trên đoạn thẳng V_{85T}	Bán kính tối thiểu R_{min}
V_{85T} < 105 km/h	$R_{min} \geq 400$m
V_{85T} > 105 km/h	$R_{min} \geq 500$m

Trong trường hợp nếu bắt buộc phải sử dụng các bán kính tối thiểu với chiều dài đường cong tối thiểu không đạt được yêu cầu mong muốn theo điều kiện bảo đảm an toàn khi kết hợp các đường cong nằm thì cần phải có biện pháp giảm nhẹ nguy hiểm bằng cách cải tạo tầm nhìn tại các đường cong này.

Từ những nghiên cứu và phân tích ở trên các nước đã rút ra kết luận: đối với đường ôtô hai làn xe khi lựa chọn bán kính đường cong nằm theo quan điểm an toàn xe chạy như sau:

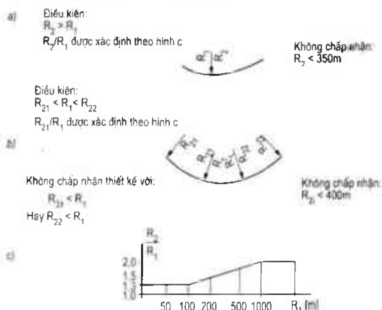
- Tăng các bán kính đường cong nằm sẽ giảm bớt nguy hiểm do tai nạn giao thông.

Các đường cong có bán kính R > 200m có hệ số tai nạn (Accident Rate) tăng gấp 2 lần so với các đường cong có bán kính R > 400m.

- Bán kính R = 400m là "ngưỡng cửa an toàn" và với các đường cong có bán kính R > 400m thì hệ số tai nạn giảm không đáng kể. Điều này có nghĩa là các đường cong được thiết kế với bán kính lớn hơn 400m là có thể bảo đảm về mặt an toàn cho xe trên các đường ôtô thuộc nhóm A.

Chúng ta thấy rằng, tất cả những nguyên tắc thiết kế trên đều liên quan đến tốc độ khai thác V_{85}. Vì vậy, đối với đồ án thiết kế đường mới thì trị số tốc độ khai thác V_{85} sử dụng để tính toán có thể tham khảo từ các công thức thực nghiệm của các nước đã được nêu đầy đủ trong chương 3 ở trên.

9.2.2.2. Thiết kế kết hợp giữa các đường cong



Hình 9.14: Phạm vi áp dụng thiết kế phối hợp hai hoặc ba đường cong cùng chiều (theo tiêu chuẩn SNV 640 100a của Thụy Sỹ)

a) Kết hợp hai đường cong cùng chiều; b) Kết hợp ba đường cong cùng chiều; c) Phạm vi xác định tỷ số R_2/R_1 (hay R_{2i}/R_1).

Có thể kết hợp hai hoặc ba đường cong tròn cùng chiều hay ngược chiều với nhau. Khi liên kết hai đường cong có thể sử dụng các biểu đồ của các nước lập ra trên cơ sở ba tiêu chuẩn an toàn (các biểu đồ hình 8.8 đến 8.11) nhưng cần lưu ý rằng, chỉ xem xét lựa chọn đường cong có chiều dài đủ để bảo đảm cho xe chạy qua đường cong với tốc độ thiết kế. Chiều dài đường cong tối thiểu này tương ứng với xe chạy qua trong thời gian lớn hơn hai giây.

Đối với các đường ôtô công cộng nói chung phải bảo đảm tỷ số bán kính của hai đường cong được liên kết với nhau không vượt quá trị số từ 1,5 đến 1 ($\frac{R_1}{R_2} \leq 1,5 \div 1$).

Tuy nhiên, tỷ số bán kính mong muốn thực tế có thể bằng 1,75 đến 1 ($\frac{R_1}{R_2} \leq 1,75 \div 1$).

Khi tỷ số này lớn hơn từ 2 đến 1 thì chỉ sử dụng phù hợp để thiết kế đường cong con rắn hoặc cho đường cong tròn nằm giữa hai đường cong. Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Thuỵ Sỹ SNV 640 100a đã đưa ra sơ đồ kết hợp các đường cong cùng chiều được trình bày trên hình 9.14.

9.2.3. Thiết kế đường cong chuyển tiếp clothoid

Trong thiết kế đường ôtô thông thường đường cong clothoid được sử dụng là đường cong chuyển tiếp nối đường thẳng vào đường cong tròn, nhằm mục đích làm cho lực ly tâm (C) tăng từ từ (từ trị số C = 0 đến trị số lớn nhất trên đường cong tròn có bán kính R: $C = \frac{mv^2}{R}$) giúp cho xe chạy êm thuận khi đi từ đường thẳng vào đường cong. Các đường cong chuyển tiếp clothoid (bạn đọc có thể tham khảo phương pháp này đã được tác giả biên soạn trong cuốn sách nhan đề là: "Phương pháp thiết kế tuyến clothoid cho đường ôtô" do NXB Xây dựng xuất bản năm 2006).

Phương trình của đường cong chuyển tiếp clothoid đã được trình bày kỹ trong các giáo trình thiết kế đường ôtô:

$$A^2 = R.L \qquad (9.19)$$

Trong đó:

A - thông số đường cong clothoid, m

R - bán kính đường cong (ở cuối đường clothoid), m

L - chiều dài đường cong clothoid, m

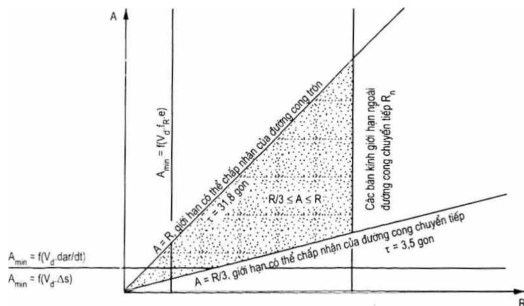
Nếu lựa chọn thông số A càng lớn thì sự biến đổi độ ngoặt của đường cong càng chậm, ngược lại A chọn trị số nhỏ làm cho độ ngoặt thay đổi đường cong càng nhanh.

Với lý do an toàn cho xe chạy và để bảo đảm về mặt quang học góc tiếp tuyến ban đầu của đường cong clothoid được sử dụng bằng τ =3,5 gon (hay 3°), tương ứng, thông số A có trị số tối thiểu:

$$A_{min} = \frac{R}{3} \quad (9.20)$$

và góc tiếp tuyến lớn nhất τ = 31,8 gon (hay 29°), tương ứng với trị số lớn nhất của thông số A: $A_{max} = R$

Phạm vi sử dụng thông số A để thực hiện trên hình 9.15.



Hình 9.15: Phạm vi sử dụng thông số A của đường cong clothoid

V_d - tốc độ thiết kế, km/h; dar/dt - độ tăng của gia tốc ly tâm, m/s^3;

ΔS - độ chênh của đoạn chuyển siêu cao từ vị trí đầu đến vị trí cuối;

f_R - hệ số bám ngang; e - siêu cao, %;

R_n - các bán kính giới hạn ngoài đường cong chuyển tiếp, m.

Trong đó: ΔS là độ chênh lệch của đoạn chuyển siêu cao từ vị trí đầu có siêu cao e_b đến vị trí cuối có siêu cao e_c được xác định theo công thức:

$$\Delta S = \frac{e_c - e_b}{L_e} . d \quad (9.22)$$

Với:

d - khoảng cách từ mép phần xe chạy đến trục quay, m

L_e - chiều dài đoạn chuyển đổi siêu cao. Chiều dài này có trị số tối thiểu bằng:

$$L_{e_{min}} = \frac{e_c - e_b}{\Delta s_{max}} . d \quad (9.23)$$

Trong đó: ΔS_{max} - độ chênh lớn nhất của đoạn chuyển siêu cao.

Để đảm bảo siêu cao không tăng quá nhanh trong phạm vi đoạn chuyển tiếp không có lợi cho xe chạy về mặt động học và cảm thụ quang học của lái xe thì giá trị lớn nhất của ΔS không được vượt quá trị số nêu trong bảng 9.6 dưới đây (đối với đường ôtô nhóm A và đường đô thị ngoại ô các thành phố).

Bảng 9.6

Tốc độ thiết kế V_d (km/h)	ΔS_{max} (%)		ΔS_{min} (với siêu cao e ≤ 2,5%)
	d < 400m	d ≥ 400m	
50	0,5d	2,0	0,1d ($\leq \Delta S_{max}$)
60	0,4d	1,6	
70	0,35d	1,4	
80	0,25d	1,0	
90	0,225d	0,9	
100	0,20d	0,8	
110	0,20d	0,8	
120	0,175d	0,7	

Các yêu cầu chi tiết về lựa chọn các trị số thông số A của đường cong clothoid cũng như là các phương pháp kết hợp chúng để bảo đảm tuyến đường được thiết kế đều đặn về mặt quang học (thiết kế không gian đường) bạn đọc có thể tham khảo trong cuốn sách do tác giả biên soạn đã giới thiệu ở trên.

Hình 9.16 dưới đây là một ví dụ về bố trí cấu tạo của một đoạn tuyến nối hai đường cong ngược chiều bằng hai đoạn đường cong chuyển tiếp clothoid đảo ngược.

Để bạn đọc có thể hiểu rõ những vấn đề trình bày ở trên chúng tôi xin nêu một ví dụ cụ thể sau:

Ví dụ 4: Trên một đoạn đường hiện hữu đang khai thác gồm 6 đoạn:

Đoạn 1: là đoạn thẳng từ Km0 - Km1+190 dài 1190m.

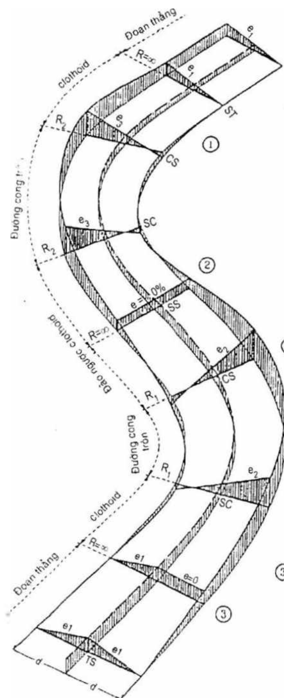
Đoạn 2: từ Km1+190 - Km1+390 dài 200m là đường cong có bán kính R=150m, độ dốc siêu cao e=7%

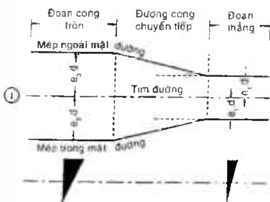
Đoạn 3: là đoạn thẳng từ Km1+390 - Km2+374 dài 984m

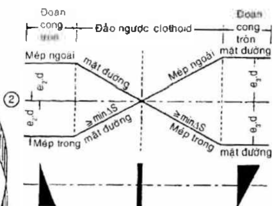
Đoạn 4: là từ 2+374 - Km3+196 dài 822m là đường cong có chiều dài 822m, bán kính R = 400m kết hợp hai đường cong chuyển tiếp clothoid ở hai đầu với các thông số A đều bằng A = 250m, siêu cao e = 4%.

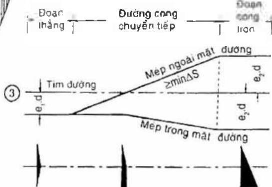
Đoạn 5: từ Km3+196 - Km3+586 dài 390m là đường cong có bán kính R=750m với hai đường cong chuyển tiếp ở hai đầu có thông số A = 300m, siêu cao e = 4%.

Đoạn 6: từ Km3+586 - Km3+907 dài 321m là đường cong có bán kính R=750m với hai đường cong chuyển tiếp ở hai đầu có thông số A = 300m, siêu cao e = 4%.



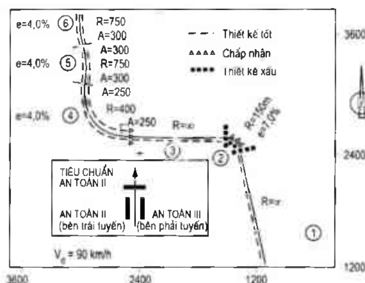






Hình 9.16: Ví dụ cấu tạo một đoạn tuyến nối hai đường cong tròn ngược chiều với đường cong chuyển tiếp đảo ngược

Bình đồ đoạn đường từ Km0 - Km3+907 dài 3907m được biểu thị trên hình 9.17.



Hình 9.17

Tại đường cong 2 nằm giữa hai đoạn thẳng có bán kính R = 150m, đã xảy ra 6 tai nạn nghiêm trọng trong hai năm.

Cần đánh giá chất lượng thiết kế của từng đoạn của tuyến theo các tiêu chuẩn an toàn.

Tất cả các thông tin thu thập ban đầu và các kết quả tính toán được đưa vào cột từ (1) đến (6) và cột (8) của bảng (9.7) trong đó ghi:

Cột (1): thứ tự các đoạn.

Cột (2): lý trình.

Cột (3): các bán kính và các thông số đường cong clothoid.

Cột (4): chiều dài các đoạn L_i, m.

Cột (5): hệ số thay đổi độ ngoặt các đoạn, CCR_{Si}.

Cột (6): tốc độ khai thác có suất bảo đảm 85% của mỗi đoạn V_{85i}.

Cột (7): tốc độ thiết kế, V_d.

Cột (8): độ dốc siêu cao, e%.

Cột (9) và cột (10) ghi hệ số lực ngang để đánh giá theo các tiêu chuẩn an toàn I, II, III.

Sau đây trình bày các tính toán cụ thể:

1. Tính hệ số thay đổi độ ngoặt CCR_{Si}:

- Đối với đoạn cong 4: áp dụng công thức:

$$CCR_S = \frac{\left[\frac{L_{C11}}{2R} + \frac{Ki}{R} + \frac{L_{C12}}{2R}\right]63700}{L}$$

Với LC_{11} = 160m, K_4 = 502m, LC_{12} = 160m, L = 822m, và R = 400m ta có:

$$CCR_S = \frac{\left[\frac{160}{800} + \frac{502}{400} + \frac{160}{800}\right]63700}{822} = 128 gon/km$$

Tương tự tính được:

Đoạn thẳng 1: CCR_{S1} = 0 gon/km.

Đoạn cong 2: CCR_{S2} = 425 gon/km.

Đoạn thẳng 3: CCR_{S3} = 0 gon/km.

Đoạn cong 4: CCR_{S4} = 128 gon/km.

Đoạn cong 5: CCR_{S5} = 59 gon/km.

Đoạn cong 6: CCR_{S6} = 69 gon/km.

2. Xác định tốc độ khai thác V_{85i} trên mỗi đoạn. Đoạn tuyến hiện hữu được đánh giá theo chỉ tiêu an toàn nên ta có thể tham khảo tính V_{85} theo công thức của CHLB Đức (công thức 3.26a chương 3) $V_{85i} = 60 + 39.70e^{[illegible]}$

Đối với đoạn cong 4 có CCR_{S4} = 128 gon/km.

$$V_{85_4} = 60 + 39.70e^{(-3.98.10^{-3}.128)} = 84 km/h.$$

3. Đánh giá tốc độ thiết kế thích hợp

Với đoạn đường hiện hữu đang xét ta chưa biết được tốc độ thiết kế V_d. Để xác định tốc độ thiết kế ta dựa vào trị số trung bình CCR_S của tất cả đường cong có trên đoạn tuyến (ngoại trừ hai đoạn thẳng) được tính theo công thức:

$$\overline{CCR_S} = \frac{\sum_{i=1}^{4} CCR_{Si} \cdot L_i}{\sum_{i=1}^{4} L_i}$$

$$\overline{CCR_S} = \frac{(425.200)+(128.822)+(59.390)+(69.321)}{(200+822+390+321)} = 136 gon/km$$

Áp dụng công thức 3.24b đến 3.29b (hay toán đồ hình 3.24) tính V_{85i} để tính tốc độ khai thác trung bình theo hệ số trung bình của $\overline{CCR_S}$

Với tốc độ khai thác trung bình: V_{85} = 83 km/h ta có thể chọn tốc độ thiết kế phù hợp có thể là V_d = 80km/h, hay V_d = 90km/h nhưng trong đoạn tuyến có hai đoạn thẳng 1 và 3 có khả năng xe chạy với tốc độ khai thác cao hơn. Vì vậy tốc độ thiết kế được lựa chọn sẽ là V_d = 90km/h.

4. Đánh giá các đoạn thẳng: trên tuyến có hai đoạn thẳng là đoạn 1 và đoạn 3.

Đối với đoạn thẳng 1: có chiều dài TL = 1190m, hệ số thay đổi độ cong $CCR_{S1} = 0$. theo công thức 3.26a, thì tốc độ khai thác $V_{85} = 60 + 39{,}70^{\infty} = 99{,}7 \sim 100$km/h.

Đoạn 1 nối tiếp với đường cong 2 có CCR_{S2} = 425 gon/km và:

$$V_{85_2} = 60 + 39.70e^{(-3,98\ [illegible])} = 67 \text{ km/h.}$$

Bảng 9.7: Các số liệu để đánh giá

Ký hiệu: ch.nh - chấp nhận

Đoạn	Lý trình (km)		Các thông số		L_i m	CCR_{S_i} gon/km	$V85_i$ km/h	V_d km/h	e, %	f_{RA}	f_{RD}	Tiêu chuẩn I $\|V85_i - V_d\|$		Tiêu chuẩn II $\|V85_i - V_{i+1}\|$		Tiêu chuẩn III $f_{RA} - f_{RD}$	
(1)	(2)		(3)		(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)		(12)		(13)	
1	0,000	1,190	IT	∞	1190	0	100	90	2,5			10	Tốt				
														33	Xấu		
2	1,190	1,390	R	-150	200	425	67	90	7,0	0,15	0,17	23	Xấu			-0,02	Ch.nh
														33	Xấu		
3	1,390	2,374	IT	∞	984	0	100	90	2,5			10	Tốt				
														16	Ch.nh		
4	2,374	3,196	A R A	250 400 250	822	128	84	90	4,0	0,15	0,10	6	Tốt			0,05	Tốt
														7	Tốt		
5	3,196	3,586	A R A	300 -750 300	390	59	91	90	4,0	0,15	0,05	1	Tốt			0,10	Tốt
														1	Tốt		
6	3,586	3,907	A R	300 750	321	69	90	90	4,0	0,15	0,05	0	Tốt			0,10	Tốt

Theo bảng 9.1 từ tốc độ khai thác trên đường cong 2 bằng V_{85_2} = 65 km/h và tốc độ khai thác trên đường thẳng V_{85_1} = 100km/h tra bảng ta được chiều dài đoạn thẳng đủ để tăng hay giảm tốc từ 65km/h lên 100km/h là TL = 260m.

Như vậy ta có TL = 1190m > $2TL_L$ = 2.260 = 520m.

Từ đây có thể kết luận đoạn thẳng 1 là đoạn thẳng độc lập và được nối với đường cong 2 không thoả mãn tiêu chuẩn an toàn thứ II. Vì $\Delta V_{85} = \left|V_{85_1} - V_{85_2}\right| = \left|100 - 67\right|$ = 33km/h.

Và ΔV_{85} = 33km/h > 20km/h.

Đối với đoạn thẳng 3: có chiều dài 984m và CCR_{S3} = 0 gon/km, đoạn thẳng 3 nối với đường cong 2 và đường cong 4 ở hai đầu.

Với đường cong 2 đã tính được CCR_{S_2} = 425 gon/km và V_{85_2} = 67 km/h.

Với đường cong 4 đã tính được CCR_{S_4} = 128 gon/km và V_{85_4} = 84 km/h.

Với đường cong 2 đã tính được V_{852} = 100 km/h.

Theo bảng 9.1 ta sử dụng tốc độ khai thác của đường cong 2 là V_{85} = 65km/h (do không có V_{85} = 67 km/h) và như đã tính ở trên, chiều dài đoạn tăng hay giảm tốc là TL_L = 260m.

Do đó TL = 984m > 2 × (TL_L = 2 × 260 = 520m)

Nên đoạn thẳng 3 cũng là đoạn thẳng độc lập.

Ta xét điều kiện an toàn của đoạn này khi nối với từng đường cong 2 hoặc 4.

Nối với đường cong 2 $\Delta V_{85} = \left|100 - 67\right|$ = 33km/h không thoả mãn tiêu chuẩn an toàn II (thiết kế xấu).

Nối với đường cong 4 $\Delta V_{85} = \left|100 - 84\right|$ = 16km/h: đoạn nối này có thể chấp nhận được theo tiêu chuẩn an toàn thứ II do 10km/h < ΔV_{85} =16km/h<20km/h.

5. *Xác định hiệu số hệ số lực ngang ($f_{RA} - f_{RD}$)*: do tai nạn giao thông xảy ra ở đường cong 2 có bán kính nhỏ và hệ số CCR_{S_2} cao nên trước tiên kiểm tra đối với đường cong này.

Áp dụng công thức 9.5 và 9.6 ở trên để tính hệ số lực ngang thiết kế đối với đường hiện hữu đang khai thác (chọn hệ số sử dụng n=0,60) ta có: f_{RA2}=0,60.0,925ft, thay f_t từ công thức 9.5:

$$f_{RA_2} = 0.33 - 2,69 \times 10^{-3} V_d + 0,84 \times 10^{-5} V_d^2$$

Thay thế V_d = 90km/h ta được f_{RA_2} = 0,15.

Hệ số lực ngang thực tế được xác định theo công thức

$$f_{RD_2} = \frac{V_{85}^2}{127R} - e$$

$$f_{RD_2} = \frac{67^2}{127.150} - 0,07 = 0,17$$

Hiệu số $f_{RA} - f_{RD}$ = 0,15 - 0,017 = -0,02.

Kết luận: Xét về mặt ổn định động học (tiêu chuẩn an toàn thứ II) thì thiết kế đường cong 2 vẫn có thể chấp nhận được. Tương tự, tiếp tục tính hiệu số (f_{RA} - f_{RD}) với các đường cong 4, 5, 6 ta được:

Đường cong 4: $f_{RA_4} = 0{,}15$, $f_{RD_4} = 0{,}10 \Rightarrow \Delta f_{R_4} = 0{,}05$: đạt tốt.

Đường cong 5: $f_{RA_5} = 0{,}15$, $f_{RD_5} = 0{,}15 \Rightarrow \Delta f_{R_5} = 0{,}1$: đạt tốt.

Đường cong 4: $f_{RA_4} = 0{,}15$, $f_{RD_4} = 0{,}05 \Rightarrow \Delta f_{R_4} = 0{,}1$: đạt tốt.

Từ những kết quả tính toán được tổng kết nên trong bảng 9.7 ở dưới rút ra những nhận xét sau:

Nói chung tuyến đường hiện hữu đang khai thác gồm 5 đoạn được thiết kế đều đạt thiết kế tốt hoặc chấp nhận được sau khi đối chiếu với ba tiêu chuẩn an toàn xe chạy. Riêng với đoạn đường cong thứ 2 do thiết kế với bán kính nhỏ R = 150m nối với hai đoạn thẳng dài độc lập khiến cho chênh lệch giữa tốc độ thiết kế V_d và tốc độ khai thác V_{85} lớn. Hai đoạn thẳng dài có đủ điều kiện cho xe chạy với tốc độ khai thác cao V_{85} = 100km/h được liên kết ngay ở hai đầu đoạn đường cong này khiến cho chênh lệch tốc độ khai thác của xe khi đi từ đường thẳng 1 vào đường cong 2 cũng như đi từ đường cong 2 ra đường thẳng 3 và ngược lại là khá lớn ΔV= 33km/h. Đây chính là nguyên nhân xảy ra nhiều tai nạn giao thông ở đường cong 2 dù xét về mặt ổn định động học đường cong này vẫn thoả mãn (chấp nhận được theo tiêu chuẩn an toàn thứ III) nhưng hai tiêu chuẩn an toàn I và II hoàn toàn không đạt yêu cầu. Cần thiết phải cải tạo lại đường cong này bằng cách tăng bán kính R_2 để tốc độ khai thác của ôtô trên đường cong 2 đạt được trị số ít ra cũng đủ để chênh lệch tốc độ xe chạy của đường cong với hai đoạn thẳng kề liền nằm trong giới hạn cho cho phép, thoả mãn các tiêu chuẩn an toàn I và II.

Áp dụng sơ đồ thiết kế bình đồ tuyến trên hình 9.17 thì những kết quả tính toán thu được của ví dụ trên được thực hiện bởi phần mềm (chương trình con) tính toán theo các tiêu chuẩn an toàn thể hiện trong bảng 9.8.

Bảng 9.8: Các kết quả tính toán để đánh giá mức độ an toàn theo ba tiêu chuẩn I, II, III của ví dụ

Đoạn 1

Bán kính	Vị trí		Clothoid		CCR_S	V85	Siêu cao
	Từ	Đến	Trước	Sau			
0	0,00	1190,42	0,00	0,00	0,00	99,70	2,5

Tiêu chuẩn I: $|V85_1 - V_d| = 9,70$ ⇒ Thiết kế tốt

Đoạn chuyển tiếp 1-2 theo tiêu chuẩn II:

$|V85_1 - V85_2| = 32,98$ ⇒ Thiết kế không đạt yêu cầu

Đoạn 2

Bán kính	Vị trí		Clothoid		CCR_S	V85	Siêu cao
	Từ	Đến	Trước	Sau			
- 150	1190,42	1390,00	0,00	0,00	424,67	67,32	7,0

Tiêu chuẩn I: $|V85_2 - V_d| = 22,68$ ⇒ Thiết kế không đạt yêu cầu

Tiêu chuẩn III: $f_{RA} - f_{RD} = -0,02$ ⇒ Thiết kế chấp nhận được

Đoạn chuyển tiếp 2-3 theo tiêu chuẩn II:

$|V85_1 - V85_3| = 32,98$ ⇒ Thiết kế không đạt yêu cầu

Đoạn 3

Bán kính	Vị trí		Clothoid		CCR_S	V85	Siêu cao
	Từ	Đến	Trước	Sau			
0	1390,00	2373,79	0,00	0,00	0,00	99,70	2,5

Tiêu chuẩn I: $|V85_3 - V_d| = 9,70$ ⇒ Thiết kế tốt

Đoạn chuyển tiếp 3-4 theo tiêu chuẩn II:

$|V85_3 - V85_4| = 15,95$ ⇒ Thiết kế chấp nhận được

Đoạn 4

Bán kính	Vị trí		Clothoid		CCR_S	V85	Siêu cao
	Từ	Đến	Trước	Sau			
400	2373,79	3195,87	250,00	-250,00	128,08	83,75	4,0

Tiêu chuẩn I: $|V85_4 - V_d| = 6,25$ ⇒ Thiết kế tốt

Tiêu chuẩn III: $f_{RA} - f_{RD} = +0,05$ ⇒ Thiết kế tốt

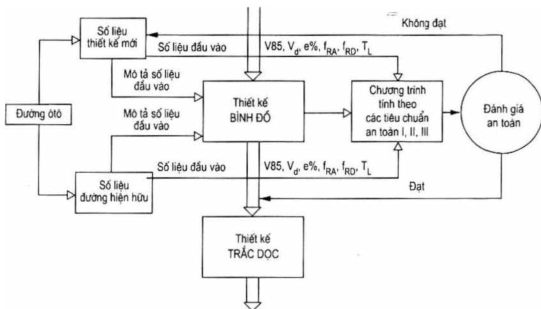
Đoạn chuyển tiếp 4-5 theo tiêu chuẩn II:

$|V85_4 - V85_5| = 7,66$ ⇒ Thiết kế tốt

Đoạn 5							
Bán kính	Vị trí		Clothoid		CCR_S	V85	Siêu cao
	Từ	Đến	Trước	Sau			
-750	3195,87	3586,17	300,00	-300,00	58,82	91,41	4,0
Tiêu chuẩn I: $\lvert V85_5 - V_d \rvert = 1,41 \Rightarrow$ Thiết kế tốt Tiêu chuẩn III: $f_{RA} - f_{RD} = +0,10 \Rightarrow$ Thiết kế tốt							
Đoạn chuyển tiếp 5-6 theo tiêu chuẩn II: $\lvert V85_5 - V85_6 \rvert = 1,25 \Rightarrow$ Thiết kế tốt							

Đoạn 6							
Bán kính	Vị trí		Clothoid		CCR_S	V85	Siêu cao
	Từ	Đến	Trước	Sau			
750	3586,17	3906,89	300,00	0,00	69,04	90,16	4,0
Tiêu chuẩn I: $\lvert V85_6 - V_d \rvert = 0,16 \Rightarrow$ Thiết kế tốt Tiêu chuẩn III: $f_{RA} - f_{RD} = +0,10 \Rightarrow$ Thiết kế tốt							

Thông qua một ví dụ cụ thể đánh giá mức độ an toàn của một đoạn tuyến ta hoàn toàn có thể xây dựng phần mềm (một chương trình con) để thiết kế bình đồ tuyến mới hay đánh giá tuyến đường hiện hữu theo quan điểm bảo đảm an toàn giao thông theo sơ đồ sau hình 9.18.



Hình 9.18: Sơ đồ thiết kế bình đồ tuyến mới hay cải tạo tuyến cũ đường ôtô (đường thành phố)

9.3. THIẾT KẾ TRẮC DỌC TUYẾN

Các vấn đề được quan tâm chủ yếu khi thiết kế trắc dọc là:

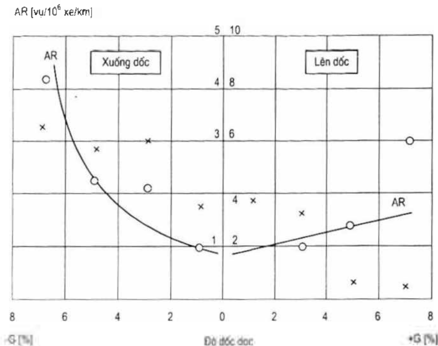
- Lựa chọn độ dốc dọc và chiều dài các đoạn lên dốc, xuống dốc;
- Thiết kế làn phụ dành cho xe khi leo dốc;
- Thiết kế các đường cong đứng (lồi, lõm).

9.3.1. Lựa chọn độ dốc dọc G (Grade)

Về nguyên tắc chung khi thiết kế trắc dọc là để đảm bảo an toàn cho xe chạy, lựa chọn độ dốc càng nhỏ càng tốt, tất nhiên là không được nhỏ hơn trị số tối thiểu để đảm bảo thoát nước rãnh biên.

Tuy nhiên, khi lựa chọn độ dốc dọc thiết kế ngoài chỉ tiêu bảo đảm an toàn cho xe chạy, tăng tốc độ khai thác của dòng xe còn liên quan đến nhiều yếu tố khác như: giá thành xây dựng, điều kiện địa hình, vị trí tuyến (đi qua vùng dân cư hay ở ngoài các đô thị, thành phố...), cấp đường.

Nghiên cứu của các nước cho thấy hệ số tai nạn tương đối AR (vụ/10^6xe/km) phụ thuộc vào độ dốc dọc (lên dốc hoặc xuống dốc). Trên hình 9.19 là kết quả nghiên cứu về mối tương quan giữa độ dốc dọc và hệ số tai nạn tương đối AR trên đường hai làn xe của CHLB Đức cho thấy:



Hình 9.19

Độ dốc dọc của đường từ 0% đến 2% là có lợi nhất. Khi độ dốc dọc tăng số tai nạn tăng theo. Nhất là khi xuống dốc có độ dốc dọc lớn thì số tai nạn sẽ tăng theo hàm số mũ. Với cùng một trị số độ dốc dọc nhưng khi xuống với độ dốc $|-G| > 4\%$ số tai nạn nhiều hơn và vượt hẳn.

Trên các đường thuộc nhóm A và đường trục chính ngoại ô thành phố do có lượng xe tải đáng kể trong dòng xe nên để bảo đảm an toàn cho các xe tải các nước đã đưa ra quy định trị số lớn nhất cho phép G_{max} của độ dốc dọc phụ thuộc vào tốc độ thiết kế và điều kiện địa hình nêu trong bảng 9.9 dưới đây:

Bảng 9.9

Tốc độ thiết kế V_d (km/h) \ Độ dốc dọc lớn nhất G_{max}	Đường ôtô nhóm A			Đường trục chính ngoại ô thành phố
	Đồng bằng	Đồi	Núi	Cho mọi địa hình
50	-	-	-	8
60	6	7	9	7
70	5	6	8	6
80	4	5	7	5
90	4	5	7	-
100	3	4	6	-
120	3	4	-	-

Đối với đường cao tốc ở đồng bằng hay vùng đồi độ dốc dọc chọn nhỏ hơn 6% ($G < 6\%$). Tại các nút giao thông ngang mức để nối với các đường phụ không cho phép độ dốc dọc vượt quá 4% ($G \leq 4\%$). Đối với các đường hầm được xây dựng trên đường ôtô nhóm A độ dốc dọc lớn nhất giới hạn $G_{max} = 4\%$. Nhưng đối với các đường hầm dài thường không khí bị ô nhiễm và khả năng xảy ra tai nạn cao, các xe tải chạy trong hầm thường giảm tốc độ nên quy định độ dốc dọc thiết kế thấp hơn ($G_{max} = 2,5\%$).

Trên đoạn đường cấu tạo chuyển độ dốc siêu cao do tuyến bị vênh nên để đảm bảo thoát nước độ dốc dọc tối thiểu của đoạn này phải thoả mãn điều kiện:

$$G - \Delta_S \geq 0,5\% \qquad (9.24)$$

Các ký hiệu G, Δ_S đã nêu ở trên.

Trong trường hợp đặc biệt thì hiệu ($G-\Delta_S$) cũng phải không nhỏ hơn 0,2%.

Đối chiếu các quy định của các nước về độ dốc dọc lớn nhất đối với đường ôtô nhóm A (Có tốc độ thiết kế $V_d \geq 100$km/h với tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Việt Nam (TCVN 4054-2005) cho thấy các nước định độ dốc dọc lớn nhất dựa theo tốc độ thiết kế và theo địa hình, còn tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô của Việt Nam thì độ dốc dọc tối đa lại được quy định theo cấp đường và địa hình. Do cùng một cấp đường ở địa hình khác nhau có tốc độ thiết kế khác nhau nên độ dốc dọc lớn nhất quy định đối với đường cấp I, II của nước ta có chênh nhau chút ít so với các nước (xem bảng 9.10).

Bảng 9.10

Cấp thiết kế (theo TCVN 4054-2005)	I			II			III		
Địa hình	Đồng bằng	Đồi	Núi	Đồng bằng	Đồi	Núi	Đồng bằng	Đồi	Núi
Tốc độ thiết kế	120	120	-	100	100	-	80	80	60
Độ dốc dọc lớn nhất (G_{max})	3	3	-	4	4	-	5	5	7
G_{max} theo bảng 9.9	3	4	-	3	4	-	4	5	9

Liên quan đến lựa chọn độ dốc dọc là chiều dài đoạn lên dốc. Kết quả khảo sát trên các đường ôtô nhóm A để tiến hành so sánh phân tích đánh giá ứng xử của lái xe khi điều khiển tốc độ trên làn xe phụ để cho xe tải leo dốc của Schulze C. (CHLB Đức) cho thấy các xe tải chở hàng thường chạy với tốc độ 50km/h, thấp hơn tốc độ trên đường trường khoảng 15 km/h.

Để bảo đảm an toàn cho xe tải leo dốc thì chiều dài giới hạn của các đoạn lên dốc được quy định phụ thuộc vào độ dốc dọc thiết kế % như sau:

Bảng 9.11

Độ dốc dọc lên dốc G%	4	5	6	7	8
Chiều dài lên dốc giới hạn, m	750	350	260	240	220

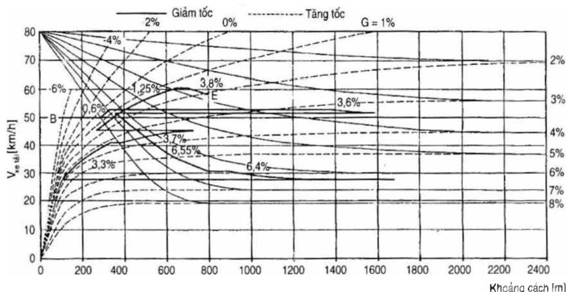
9.3.2. Thiết kế làn phụ leo dốc

Tại các đoạn lên dốc trên trắc dọc, để bảo đảm an toàn cho xe chạy trên đường hai làn xe, đặc biệt là cho xe tải nặng leo dốc thì chiều dài đoạn dốc phải đủ để cho xe tải chạy với tốc độ khai thác mà không cản trở cho các xe sau. Đây là lý do phải xây dựng làn phụ thêm cho xe tải leo dốc.

Xây dựng thêm làn phụ cho các loại xe tải nặng trên các đoạn lên dốc sẽ duy trì được dòng xe chạy bình thường trên những đoạn dốc dài không gây trở ngại cho các xe con

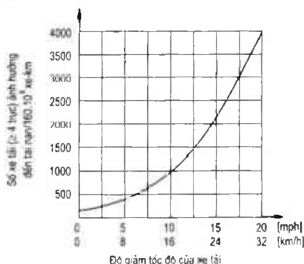
muốn vượt theo hướng lên dốc hay xuống dốc nhất là trong điều kiện tầm nhìn vượt xe bị hạn chế. Làn xe phụ còn mang lại hiệu quả do tách các dòng xe đi nhanh chậm với tốc độ khác nhau tạo nên dòng giao thông điều hoà và tăng khả năng an toàn cho xe chạy.

Để xác định được chiều dài giới hạn an toàn của các đoạn lên dốc ứng với các độ dốc dọc khác nhau các nghiên cứu thực nghiệm cũng như các tài liệu hướng dẫn thiết kế của nước ngoài đều dựa trên cơ sở đánh giá tốc độ đối với các loại xe tải nặng. Hình 9.20 là một ví dụ về sự phụ thuộc vào độ dốc dọc và khoảng cách từ kế quả thực nghiệm ở Thụy Sĩ (ứng với lượng xe tải 15%).



Hình 9.20: B - bắt đầu; E - kết thúc

Số lượng xe tải có trong thành phần dòng xe ảnh hưởng đến mức độ an toàn cho xe chạy. Nếu tốc độ của xe tải giảm nhiều so với tốc độ trung bình của dòng xe và số lượng xe tải có trong thành phần dòng xe càng tăng thì mức độ ảnh hưởng của xe tải đến số tai nạn càng tăng (số tai nạn do xe tải tham gia càng nhiều) (xem hình 9.21).



Hình 9.21

Trên cơ sở tham khảo các tài kiệu hướng dẫn thiết kế của nhiều nước kết hợp với kết quả điều tra khảo sát thực nghiệm tại các làn leo dốc phụ thêm của Schulze C. (CHLB Đức) người ta đã xác định chiều dài làn phụ thêm khi leo dốc như sau:

- Chiều dài tối thiểu của làm phụ thêm là 500m. Chiều dài này phù hợp với tốc độ khai thác V_{85} của xe con leo dốc với các độ dốc khác nhau nêu trong bảng 9.11 dưới dây:

Bảng 9.11

Độ dốc dọc G%	≤ 6	6,5	7	8	9	10
V_{85} của xe con, km/h	100	95	90	85	80	70

- Khoảng cách tối thiểu của hai làn phụ nối tiếp nhau là 800m.

Các quy định trên phù hợp với các số liệu được lựa chọn ở các nước (xem bảng 9.12).

Bảng 9.12

Tên nước	Số làn	Làn phụ thêm	
		Chiều dài tối thiểu, m	Khoảng cách tối thiểu của 2 làn phụ thêm liên tiếp ở hai bên
Úc	Hai làn	200	
Áo	Hai làn	1000 cho V_d = 100-80	1000
		700 cho V_d ≤ 80	1000
	Nhiều làn	1200 cho V_d = 120-100	2500
CHLB Đức	Hai làn	500	800
	Nhiều làn	1500	2500
Thụy Sĩ	Hai làn	200	600
	Nhiều làn	1000	2000
Tổng kết (lựa chọn)	Hai làn	500	800
	Nhiều làn	1000-1500	2000-2500

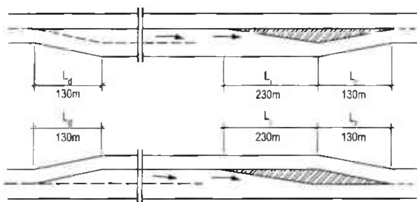
Làn phụ thêm khi leo dốc, trên mặt bằng được cấu tạo gồm 4 phần trong đó có:

- Phần tách làn hình nêm vát mở ra có chiều dài L_d, m.

- Phần nhập làn: hình nêm vát thu vào có chiều dài L_r.

- Phần dịch chuyển cho xe quay về hai làn cố định có chiều dài L_r.

Trên hình 9.22 là một ví dụ thiết kế làn phụ trên đường hai làn xe.



Hình 9.22

Có thể tham khảo trị số các đoạn L_d, L_i, L_r trong làn phụ thêm của các nước ghi trong bảng dưới đây:

Bảng 9.13

Tên nước	Số làn	L_d, m	L_i, m	L_r, m
Úc	Hai làn	50 cho V_d = 50	75	
		60 cho V_d = 60	90	
		70 cho V_d = 70	105	
		80 cho V_d = 80	120	
		90 cho V_d = 90	135	
		100 cho V_d = 100	150	
Áo	Hai làn	80 cho $V_d \leq$ 80		
	Nhiều làn	120 cho V_d=120-150		
		90 cho V_d = 100-80		
Pháp	Hai làn	130	230 hay 160 (phụ thuộc vào V_{85})	130
		≥ 150 cho V_d = 100	90	≥ 15(
CHLB Đức	Hai làn	≥ 100 cho $V_d \leq$ 80	60	≥ 10(
	Nhiều làn	60	120	60
Vương quốc Anh	Hai làn	100	100	100
	Nhiều làn	100	150	150
Mỹ	Hai làn	≥ 45	≥ 60	
Tổng hợp		130	230 hay 160	130

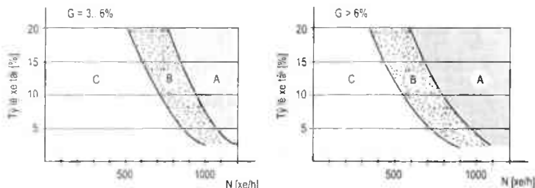
Quyết định thiết kế bổ sung làn xe phụ hay không là còn phụ thuộc vào lượng xe tải có trong dòng, trị số độ dốc dọc thiết kế G% và khoảng cách tầm nhìn. Chỉ thiết kế làn xe phụ leo dốc khi lưu lượng xe chạy theo cả hai chiều lớn hoặc tầm nhìn bị hạn chế.

Biểu đồ trên hình 9.23 chỉ rõ giới hạn để quyết định lựa chọn giải pháp xây dựng thêm làn xe phụ trong đó:

Vùng A - Cần thiết phải bổ sung làn xe phụ.

Vùng B - Phải bổ sung làn xe phụ khi tầm nhìn thực tế bị hạn chế.

Vùng C - Không cần thiết bổ sung thêm làn xe phụ do lượng xe tải ít và lưu lượng xe chạy theo cả hai hướng không cao.



Hình 9.23

Quy trình thiết kế đường ôtô của Việt Nam TCVN4054-2005 quy định chỉ bố trí thêm làn xe phụ leo dốc khi độ dốc dọc $i_d \geq 4\%$ đối với đường hai làn xe không có dải phân cách ở giữa và điều kiện vượt xe bị hạn chế. Đồng thời cũng quy định cụ thể chiều dài đoạn dốc đối với các dốc có $i_d \geq 4\%$ đều phải không nhỏ hơn 800m, dòng xe có lưu lượng lớn hơn 200 xe/h, trong đó dòng xe tải không nhỏ hơn 20 xe/h. Đoạn chuyển tiếp sang làn phụ vuốt hình nêm dài 35m và đoạn chuyển tiếp ở cuối để nhập làn xe phụ vào làn xe chính quy định là 70m.

Với đường cao tốc tiêu chuẩn thiết kế TCVN 5729-97 lại quy định đoạn chuyển tiếp hình nêm sang làn xe phụ leo dốc này phải dài tối thiểu là 45m và đoạn chuyển tiếp sau dốc của làn xe phụ leo dốc là:

Bảng 9.14

Dốc dọc sau khi leo dốc %	Xuống dốc	Đi bằng 0%	Lên dốc %			
			0,5	1	1,5	2
Chiều dài đoạn chuyển tiếp tăng tốc sau dốc, m	150	200	250	300	350	400

Đối chiếu với các trị số được lựa chọn từ những nghiên cứu theo yêu cầu về an toàn giao thông (xem bảng 9.12 và bảng 9.13) cho thấy:

Chiều dài đoạn vuốt nối hình nêm của làn chính vào làn phụ theo TCVN 4054-05 có trị số nhỏ hơn nhiều (L_d = 35m) còn theo tiêu chuẩn thiết kế đường cao tốc (TCVN 5729-97) thì chiều dài vuốt nối này chỉ bằng trị số lựa chọn của Mỹ với đường hai làn xe (L_d = 45m) nhưng đều nhỏ hơn nhiều so với trị số được kiến nghị (L_d = 130m).

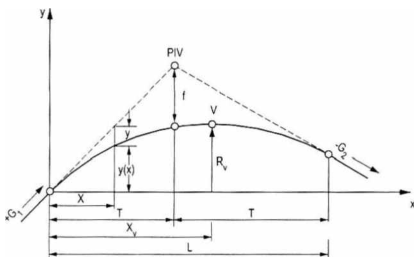
Sự khác biệt trên có thể do những điểm khác nhau về đặc thù dòng xe, điều kiện kinh tế cùng nhiều nguyên nhân khác.

9.3.3. Thiết kế đường cong đứng

Như đã biết, trên trắc dọc đường có hai loại đường cong đứng:

- Đường cong đứng lồi (Crest Vertical Curve - CVC);
- Đường cong đứng lõm (Sag vertical Curve - SVC).

Các đường cong này được nối trực tiếp với nhau hay nối với các đường thẳng.



Hình 9.24

Dạng tổng quát của đường cong đứng là đường tròn hay đường parabol đơn giản. Phương trình của đường cong đứng tròn có dạng xấp xỉ như sau (hình 9.24):

$$(y^1 + R_v)^2 = R_v^2 - x^2 \quad (9.25)$$

Trong đó: R_v bán kính đường cong đứng.

Đối với các trị số nhỏ của x tương quan với bán kính R_v thì đường cong đứng được biểu thị gần đúng bằng đường cong parabol có phương trình:

$$y' = \frac{x^2}{2R_v} \quad (9.26)$$

Các thông số của đường cong đứng (hình 9.24) được xác định từ các công thức sau:

Hoành độ của đỉnh đường cong: $$x_v = -\frac{G_1}{100}R_v \quad (9.27)$$

Độ dốc dọc ở điểm bất kỳ trên đường cong: $$G(x) = G_1 + \frac{x}{R_v}100 \quad (9.28)$$

Tung độ tại điểm bất kỳ trên đường cong: $$y(x) = \frac{G_1}{100}x + \frac{x^2}{2R_v} \quad (9.29)$$

Chiều dài đường tang: $$T = \frac{R_v}{2}\frac{|G_1 - G_2|}{100} \quad (9.30)$$

Độ phân cự: $$f = \frac{T^2}{2R_v} = \frac{T}{4}\frac{|G_1 - G_2|}{100} = \frac{R_v}{8}\left(\frac{|G_1 - G_2|}{100}\right)^2 \quad (9.31)$$

Đường cong đứng được phân làm bốn loại cơ bản như được biểu thị trên hình 9.25.

	Đường cong đứng lồi	Đường cong đứng lõm
Hiệu độ dốc của hai đường tang $\frac{\lvert G_1 - G_2 \rvert}{100}$	Loại I (+G₁, -G₂, PIV, T, y', f, R_v, x)	Loại III (-G₁, +G₂, PIV, T, y', f, R_v, x)
Hiệu độ dốc của hai đường tang $\frac{\lvert G_1 - G_2 \rvert}{100}$	Loại II (+G₁, +G₂, PIV, T, y', f, R_v, x)	Loại IV (-G₁, -G₂, PIV, T, y', f, R_v, x)

Hình 9.25

Các trị số bán kính tối thiểu của đường cong đứng được xác định từ khoảng cách tầm nhìn vượt yêu cầu. Đối với đường cong đứng thì trị số tối thiểu được tính từ khoảng cách tầm nhìn dừng xe (Stopping Sight Distance), trong khi khoảng cách tối thiểu mong muốn

này lại được quyết định bởi khoảng cách tầm nhìn vượt xe (Passing Sight Distance). Đối với đường cong đứng lõm trị số tối thiểu của bán kính lõm lại được xác định từ khoảng cách chiếu sáng của đèn pha (tầm nhìn vào ban đêm) và yêu cầu về chống lực xung kích, bảo đảm khả năng chịu được vượt tải của lò xo ôtô gây ra bởi lực ly tâm. Các vấn đề này đã được biết từ giáo trình thiết kế đường ôtô.

Vấn đề đặt ra ở đây là, lựa chọn các bán kính đường cong đứng vừa phải thoả mãn các yêu cầu kỹ thuật đã nêu ra nhưng vừa bảo đảm được an toàn xe chạy trong quá trình thiết kế mới hay cải tạo nâng cấp đường hiện có.

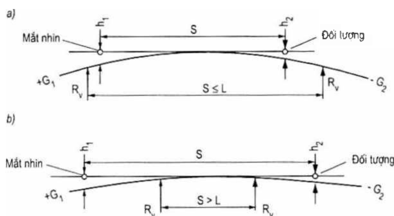
Theo quan điểm bảo đảm an toàn giao thông thì không thể chỉ dựa vào tốc độ thiết kế để tính tầm nhìn là đủ cơ sở xác định bán kính đường cong đứng. Sự chênh lệch lớn giữa tốc độ thiết kế (tốc độ mong muốn V_d) với tốc độ khai thác thực tế V_{85} sẽ dẫn đến những hành xử không phù hợp của lái xe. Vì thế để xác định bán kính đường cong đứng cần phải dựa vào tốc độ khai thác với suất bảo đảm 85% (V_{85}) thông qua khảo sát thực nghiệm để tính toán tầm nhìn.

9.3.3.1. Đường cong đứng lồi (CVC)

Bán kính đường cong đứng được xác định từ khoảng cách tầm nhìn. Khảo sát và phân tích cách ứng xử của lái xe khi đi trên đường cong đứng cho thấy lái xe không điều chỉnh tốc độ của mình khi khoảng cách tầm nhìn bị giảm, do vậy cần phải kiểm tra tầm nhìn theo hai trường hợp:

Trường hợp A: khoảng cách tầm nhìn (dừng xe hay vượt xe) ngắn hơn chiều dài đường cong đứng ($S \leq L$) (hình 9.26a).

Trường hợp B: khoảng cách tầm nhìn lớn hơn chiều dài đường cong đứng ($S > L$) (hình 9.26b)



***Hình 9.26:** Khoảng cách tầm nhìn dừng xe và vượt xe khi $S \leq L$ và $S > L$*

Bán kính tối thiểu của đường cong đứng R_{vcmin} được tính theo các công thức sau:

- Trường hợp A (S ≤ L):

$$R_{vcmin} = \frac{S^2}{2\left(\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2}\right)^2} \quad (9.33)$$

- Trường hợp b (S > L):

$$R_{vcmin} = \frac{200S}{|G_1 - G_2|} - \frac{20000\left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}\right)^2}{|G_1 - G_2|^2} \quad (9.34)$$

Công thức 9.33 và 9.34 cho thấy bán kính tối thiểu của đường cong đứng phụ thuộc vào tầm nhìn dừng xe (S_d) được xác định theo công thức thông thường:

$$S_S = S_r + S_b \quad (9.35)$$

Trong đó:

S_r - khoảng cách ứng với thời gian phản ứng tâm lý,

$$S_r = \frac{V_o}{3,6} t_r \quad (9.36)$$

với V_o: tốc độ xe lúc bắt đầu hãm.

Thời gian phản ứng tâm lý t_r được chọn bằng 2s cho đường ôtô nhóm A và B

S_b - quãng đường ứng với chiều dài hãm phanh (braking distance), ở đây khác với công thức tính chiều dài hãm xe khi thiết kế $S_h = \frac{V_o}{254(f_T \pm G)}$ chiều dài hãm xe S_h đối với đường đang khai thác phụ thuộc vào lực kéo khí động học (F_l) hệ số bám dọc f_l khi xe giảm tốc độ và được xác định theo công thức:

$$S_b = \frac{1}{3,6^2 \cdot g} \int_{V_1}^{V_0} V f_T(V) + \left(\frac{G}{100}\right) + \left(\frac{F_l}{Q}\right) dV \quad (9.37)$$

Trong đó:

g - gia tốc trọng trường, g = 9,81 m/s²;

V_o, V_l - tốc độ của xe lúc bắt đầu và kết thúc hãm phanh;

G % - độ dốc dọc (lên dốc (+), xuống dốc (-));

Q = mg - trọng lượng của ôtô con, kG.

Hệ số bám dọc f_l phụ thuộc vào tốc độ theo quan hệ đã nêu ở trước (xem công thức 9.5 của mục 9.1).

F_l lực cản của khí động học, N.

$$F_l = 0,5\gamma C_w FA\left(\frac{V}{3,6}\right)^2 \quad (9.38)$$

Trong đó:

γ - mật độ khôngkhí, kg/m^3;

C_w - hệ số cản khí động học;

F_A - diện tích mặt cắt ngang lớn nhất của ôtô con.

Thế các công thức 9.36 và 9.37 vào 9.35 ta được công thức đầy đủ để tính khoảng cách tầm nhìn dừng xe trên đường đang khai thác:

$$S_S = \frac{V_o}{3,6}t_r + \frac{1}{3,6^2 \cdot g}\int_{V_1}^{V_o} Vf_T(V) + \left(\frac{G}{100}\right) + \left(\frac{F_l}{Q}\right)dV \quad (9.39)$$

Trên cơ sở của phương trình 9.39, tầm nhìn dừng xe được tính lần lượt với các tốc độ khai thác V_{85} = 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120 với độ dốc dọc của đường G = ± 2%. Các kết quả tính được thể hiện trên biểu đồ hình 9.27. Các kết quả trên biểu đồ 9.27 đã được nhiều nước khuyên sử dụng vì ba lý do:

- Trong công thức tính khoảng cách tầm nhìn hãm xe bao gồm cả mối liên quan giữa hệ số bám dọc và tốc độ.

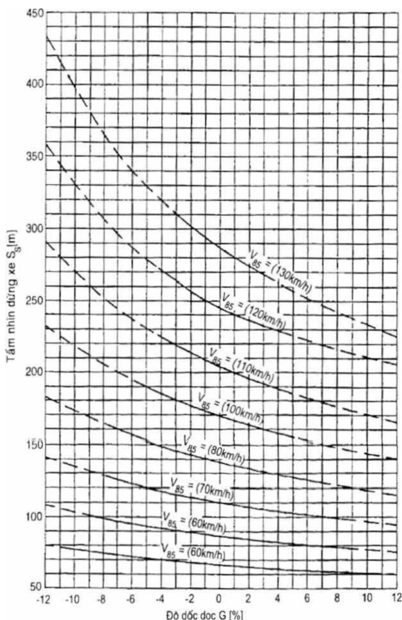
- Thể hiện được hiệu quả của lực cản khí động học.

- Phù hợp với dòng xe hiện đại đang lưu thông trên thế giới hiện nay.

Chú ý rằng, khi tính tầm nhìn dừng xe hay vượt xe (theo sơ đồ hình 9.24) các nước đều chọn chiều cao mắt người lái xe là h_1 = 1,0m. Chiều cao của chướng ngại vật (đối tượng) h_2 để tính tầm nhìn dừng xe phụ thuộc vào tốc độ khai thác V_{85} như sau:

Bảng 9.15

Tốc độ khai thác V_{85}, km/h	Chiều cao chướng ngại vật h_2, m
40	0,00
50	0,00
60	0,00
70	0,05
80	0,15
90	0,25
100	0,35
110	0,40
120	0,45



Hình 9.27

Khoảng cách hãm xe S_b được tính từ công thức 9.37 bằng cách tích phân phương trình với $V_o = V_{85}$; $V_1 = 0$, f_t xác định từ công thức 9.5, tỷ số $\frac{F_1}{Q} = 0,327 \times 10^{-4}\left(\frac{V}{3,6}\right)^2$

Với $\gamma = 1,15$ kg/m^3, $C_w = 0,35$, $F_A = 2,08$m^2, Q = 1304kg.

Cuối cùng, bán kính tối thiểu của đường cong đứng được xác định từ khoảng cách tầm nhìn yêu cầu là thoả đáng nhất vì xuất phát từ quan điểm bảo đảm xe chạy an toàn, tiện nghi và thuận lợi.

Khi thiết kế đường cong đứng người ta thường cố gắng đạt tiêu chuẩn an toàn thứ nhất, nghĩa là thoả mãn điều kiện:

$$V_{85} \leq V_d + 10km/h \quad (9.40)$$

Trong trường hợp khoảng cách tầm nhìn nhỏ hơn chiều dài đường cong đứng $S \leq L$ với các trị số bán kính tối thiểu của đường cong đứng được tính với khoảng cách tầm nhìn dừng xe S_S và tầm nhìn vượt xe S_P trên cơ sở của công thức 9.33.

Các bán kính đường cong đứng lồi tối thiểu được đề nghị liên quan đến tầm nhìn dừng xe, một nửa và toàn bộ tầm nhìn vượt xe trong trường hợp $S \leq L$ được nêu trong bảng 9.16 ở dưới bao gồm ba loại:

Loại 1: thoả mãn tầm nhìn dừng xe đến một nửa tầm nhìn vượt xe (S_S - $0,5S_P$)

Loại 2: từ nửa tầm nhìn đến toàn bộ tầm nhìn vượt xe ($0,5S_P$ - S_P)

Loại 3: các bán kính đường cong đứng với đủ tầm nhìn vượt xe và dài hơn tầm nhìn yêu cầu ($\geq S_P$).

Bảng 9.16

Tốc độ thiết kế V_d, km/h	Bán kính đường cong đứng R_{CV}, m, ứng với		
	Loại 1 (S_S ... $0,5S_P$)	Loại 2 $0,5S_P$...S_P)	Loại 3 $\geq S_P$, m
50	1500	-	-
60	2500-7800	7800 - 30000	> 30000
70	3200-8600	8600 - 35000	> 35000
80	4300-10300	10300 - 40000	> 40000
90	5700-12200	12200 - 48000	> 48000
100	7400-13000	13000 - 52000	> 52000
110	≥ 11000	-	-
120	≥ 15000	-	-

Trong bảng 9.16 bán kính đường cong đứng phụ thuộc vào tốc độ thiết kế, nhưng tốc độ khai thác V_{85} có ảnh hưởng gián tiếp thông qua việc xác định tầm nhìn dừng xe hình 9.27 và tầm nhìn vượt xe theo bảng 9.17 dưới đây:

Bảng 9.17

V_{85}	60	70	80	90	100
Tầm nhìn vượt xe S_b, m	475	500	525	575	625

Khi thiết kế tuyến mới cần lựa chọn các bán kính đường cong đứng ứng với loại 1 và loại 3, không nên áp dụng loại 2 vì có thể có khả năng tăng tai nạn khi vượt xe, hơn nữa

những tai nạn xung đột đối đầu khi vượt xe thường xảy ra rất nghiêm trọng (trọng thương hay chết người).

Trường hợp b (S > L) trên hình 9.26 thường chỉ có trên các đường thứ yếu tại các vị trí thay đổi độ dốc.

9.3.3.2. Đường cong đứng lõm (R_{SV}):

Thông thường thiết kế bán kính đường cong lõm R_{SV} không nhỏ hơn một nửa bán kính đường cong đứng lồi.

Để khắc phục lực ly tâm tăng nhanh khi xe đi qua đường cong đứng lõm người ta khống chế gia tốc ly tâm không vượt quá $0{,}5 m/s^2$ và xác định bán kính tối thiểu của đường cong đứng lõm theo công thức đã biết:

$$R_{sv\,min} = \frac{V_d^2}{3{,}6^2 . a} = \frac{V_d^2}{6{,}5} \qquad (9.41)$$

Từ những khảo sát thực nghiệm ở châu Âu đã đưa ra các trị số bán kính đường cong lõm tối thiểu R_{svmin} đủ bảo đảm cự ly chiếu sáng như sau:

Bảng 9.18

V_d, km/h	R_{svmin}, m
50	750
60	1000
70	1250
80	1550
90	2400
100	3800
110	6300
120	8800

Chú ý rằng, các trị số bán kính lõm tối thiểu ghi trong bảng 9.18 đủ để thoả mãn tầm nhìn trong các đường hầm rộng 4,5m và cho xe tải cỡ lớn có chiều cao mắt nhìn của người lái xe tới 2,5m. Với bán kính lõm tối thiểu như trên là có thể bảo đảm tầm nhìn an toàn cho tất cả các loại xe kích cỡ nhỏ hơn tương ứng với tầm nhìn thấp hơn.

Xác định bán kính lõm tối thiểu theo công thức 9.41 là dựa vào tốc độ thiết kế V_d

Chúng ta cần hướng tới xác định các trị số bán kính lõm tối thiểu này theo điều kiện bảo đảm xe chạy an toàn (thoả mãn tiêu chuẩn an toàn I) với tốc độ khai thác V_{85} ở hai mức độ khác nhau, đó là:

Mức 1: $V_{85} = V_d + 10$km/h cho đồ án thiết kế tốt.

Mức 2: $V_{85} = V_d + 20$km/h cho đồ án chấp nhận được.

Bảng 9.19 là kết quả so sánh các trị số bán kính đường cong lõm tối thiểu R_{VSmin} theo cách tính khác nhau:

Bảng 9.19

Theo công thức $R_{VSmin} = \frac{V_d^2}{6.5}$		Theo tiêu chuẩn an toàn I			
V_d, km/h	R_{VSmin},m	$V_{85} = V_d+10$ (thiết kế tốt)	R_{VSmin}, m	$V_{85} = V_d+20$ (thiết kế chấp nhận)	R_{VSmin}, m
50	400	60	550	70	750
60	550	70	750	80	1000
70	750	80	1000	90	1250
80	1000	90	1250	100	1550
90	1250	100	1550	110	1850
100	1550	110	1850	120	2200
110	1850	120	2200	130	2600
120	2200	(130)	2600	-	-

Rõ ràng để thoả mãn yêu cầu về tiện nghi an toàn cho xe chạy thì bán kính tối thiểu của đường cong đứng lõm được lựa chọn được tính theo tốc độ khai thác V_{85} phải lớn hơn trị số tính theo tốc độ thiết kế Vd dù ở mức đạt thiết kế tốt hay mức chấp nhận được.

Đối chiếu với tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô TCVN4054-2005 và đường cao tốc TCVN5729-97 của Việt Nam bảng 9.20 cho thấy các trị số bán kính đường cong lõm tối thiểu được quy định hầu như đều lớn hơn các trị số trong bảng 9.19 ở trên và bán kính tối thiểu Rlõm giới hạn của hai quy trình đều chọn trị số như nhau theo tốc độ thiết kế:

Bảng 9.20

Tốc độ thiết kế V_d, km/h		120	100	80	60
$R_{lõm}$ tối thiểu giới hạn, m	TCVN4054-05	4000	3000	2000	1000
	TCVN5769-97	5000	3000	2000	1000
$R_{lõm}$ tối thiểu thông thường, m	TCVN4054-05	6000	5000	3000	1500
	TCVN5769-97	6000	4500	3000	1500

Với các bán kính đường cong lõm giới hạn trên, nếu dựa theo công thức 9.41 tính ngược lại theo tốc độ thiết kế thì trị số gia tốc ly tâm (a) giảm đáng kể. Cụ thể:

Vận tốc thiết kế V_d, km/h	120	100	80	60
Rlõm tối thiểu giới hạn, m	4000	3000	2000	1000
$a = \frac{V_d^2}{3,6^2 \cdot R_{min}}$, m/s²	0,276	0,256	0,246	0,276

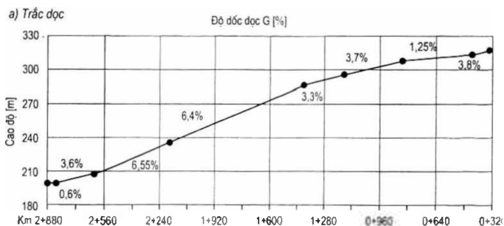
Như thế càng thuận lợi cho xe chạy vào đường cong đứng lõm. Tuy nhiên nếu đường cong đứng lõm thiết kế lại trùng với đường cong nằm thì cần thiết phải xem xét lại vấn đề an toàn cho xe chạy theo các tiêu chuẩn khác như mức độ thay đổi độ ngoặt CCR_S của từng đường cong phụ thuộc vào trị số lớn nhỏ của góc chuyển hướng, chênh lệch tốc độ khai thác ΔV_{85} giữa các yếu tố kế liền (Bởi tốc độ thiết kế không là tốc độ lưu thông trên đường).

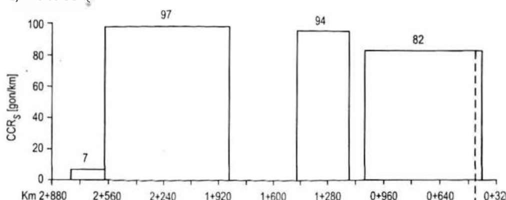
Để kết thúc chương này, chúng tôi đưa ra một ví dụ cụ thể trên hình 9.28 giúp bạn đọc tham khảo. Đây là một đoạn tuyến thiết kế thử nghiệm của nước ngoài: tuyến đường có chiều dài 2560m (từ Km0+320 đến Km2+880) với 7 đoạn với độ dốc dọc G% khác nhau. Đoạn dài nhất có độ dốc G = 6,4% (hình 9.28a), bán kính nhỏ nhất trên bình đồ R_{min} = 600m. Biểu đồ thể hiện độ thay đổi góc ngoặt CCR_S lớn nhất = 97 gon/km (hình 9.28b). Trên biểu đồ tốc độ hình 9.28c thể hiện đường 1 là tốc độ khai thác giới hạn của xe con V_{85} (Passenger Car), đường 2 là tốc độ khai thác của xe con V_{85} và đường 3 là tốc độ với suất bảo đảm 15% của xe tải V_{15} (Truck).

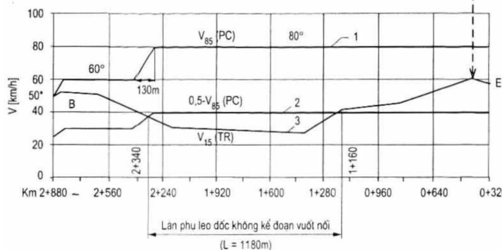
Các số liệu có trên hình 9.28 được sử dụng để đánh giá đồ án thiết kế theo các tiêu chuẩn an toàn.

Thiết kế không gian đường ôtô thể hiện các đoạn tuyến theo kích thước ba chiều (3D - three dimensions) trên hình chiếu phối cảnh của đường là giai đoạn quan trọng cuối cùng để có thể quan sát trực quan bằng mắt thường, phát hiện và chỉnh sửa các đoạn tuyến thiết kế không thoả mãn yêu cầu về mặt đều đặn quang học.

Phương pháp đánh giá, phân tích, thiết kế quang học cho một tuyến đường sẽ được trình bày đầy đủ trong một cuốn sách riêng (trước mắt bạn đọc có thể tham khảo sơ bộ vấn đề này ở chương 5: "Kiểm tra độ bằng phẳng quang học của tuyến clothoid được thiết kế" trong cuốn sách *Phương pháp thiết kế tuyến clothoid* cho đường ôtô của tác giả biên soạn do NXB xây dựng ấn hành năm 2006).







Hình 9.28: *Trắc dọc, bình đồ và biểu đồ tốc độ của một đoạn tuyến thiết kế thử nghiệm (CHLB Đức)*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Babcôv V.F. *Điều kiện đường và an toàn giao thông* (bản dịch tiếng Việt của Nguyễn Xuân Vinh). NXB Khoa học Kỹ thuật. Hà Nội, 1984.

[2] Babcôv V.F., Andrêev O.V. *Thiết kế đường ôtô* (nguyên bản tiếng Nga). NXB "GTVT" Moscow 1987.

[3] *Đường ôtô - Tiêu chuẩn thiết kế* (Highway - 1994 - Specifications for design) - TCVN 4054-05. NXB GTVT. Hà Nội, 2006.

[4] *Đường ôtô cao tốc - yêu cầu thiết kế* - TCNV 5729 - 97. NXB GTVT. Hà Nội, 1999.

[5] *Hội thảo quốc gia ASEAN - ADB về an toàn đường bộ*. Hà Nội, 2004.

[6] Kônôplianko V.I, O.P.Gudzôrian, V.V. Zurianôv, A.V. Koxôlapôv. *Tổ chức và an toàn xe chạy* (nguyên bản tiếng Nga). NXB Kuzbas, 1998.

[7] Lamm R.,Psarianos B., Mailaender T. *Highway design and traffic safety Engineering handbook*. NXB Mc Graw - Hill - NewYork, 1999.

[8] Lục Đình Trung, Trình Giả Câu (Đại Học Đồng Tế Trung Quốc). *Công trình nền - mặt đường* (bản dịch tiếng Việt của Nguyễn Quang Chiêu, Dương Học Hải). NXB GTVT. Hà Nội, 1995

[9] Ross A., Baguley Ch., Hill Br., McDonald M., Silcock D. *Towards Safer Roads in developing countries*. Transport Research Laboratory (TRL) and Overseas Development Administration (ODA).

[10] Shell Bitumen. *Cẩm nang bitum Shell trong xây dựng công trình giao thông* (The Shell bitumen handbook). NXB GTVT.

[11] *Tiêu chuẩn thiết kế đường ôtô* (specification for road design) 22TCN 273 - 01. NXB GTVT. Hà Nội, 2001.

[12] Tulaev A. IA. *Khai thác đường thành phố* (nguyên bản tiếng Nga). NXB Xây dựng Moscow, 1979.

[13] Vaxiliev A.P. *Trạng thái của đường và an toàn xe chạy trong các điều kiện thời tiết phức tạp* (nguyên bản tiếng Nga). NXB GTVT, 1976.

[14] Viện Kinh tế vận tải Na Uy, Trường Đại học Đường ôtô Moscow. Hội đồng bộ trưởng các nước Bắc Âu. *Sổ tay an toàn giao thông* - ôslô. Moscow. 2001 (bản dịch tiếng Nga).

[15] Nguyễn Xuân Vinh. *Phương pháp thiết kế tuyến Clothoid cho đường ôtô*. NXB Xây dựng. Hà Nội. 2006.

[16] Nguyễn Xuân Vinh. *Các chuyên đề nâng cao: thiết kế đường ôtô, đường đô thị*. NXB Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 2003.